

Periodical Part, Published Version

Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hg.)

Historische Abflussdaten für die Elbe – Ableitung von Tagesabflüssen am Pegel Magdeburg-Strombrücke im Zeitraum von 1727 bis 1890

Mitteilungen

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/107487>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hg.) (2020): Historische Abflussdaten für die Elbe – Ableitung von Tagesabflüssen am Pegel Magdeburg-Strombrücke im Zeitraum von 1727 bis 1890. Koblenz: Bundesanstalt für Gewässerkunde (Mitteilungen, 34).
https://doi.org/10.5675/BfG_Mitteilungen_34.2020.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.

Verwertungsrechte: Alle Rechte vorbehalten

Nr. 34

Mitteilungen

Historische Abflussdaten für die Elbe – Ableitung von
Tagesabflüssen am Pegel Magdeburg-Strombrücke im
Zeitraum von 1727 bis 1890

Koblenz, Februar 2020

Herausgeber:

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Am Mainzer Tor 1

Postfach 20 02 53

56002 Koblenz

Tel.: +49 (0)261 1306-0

Fax: +49 (0)261 1306 5302

E-Mail: posteingang@bafg.de

Internet: <http://www.bafg.de>

Druck:

Druckerei des BMVI, Bonn

ISSN 1431 – 2409

ISBN 978-3-940247-18-6

DOI: 10.5675/BfG_Mitteilungen_34.2020

Zitiervorschlag:

Faist H., Th. Recknagel, H. Vietinghoff (2020): **Historische Abflussdaten für die Elbe – Ableitung von Tagesabflüssen am Pegel Magdeburg-Strombrücke im Zeitraum von 1727 bis 1890.**

Koblenz, Bundesanstalt für Gewässerkunde, 68 S. *In: Mitteilungen, Nr. 34.* ISBN 978-3-940247-06-3, DOI: 10.5675/BfG_Mitteilungen_34.2020

Fachliche Bearbeitung

Helmut Faist †

ehem. Wasser- und Schifffahrtsdirektion Ost

Thomas Recknagel

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Dr. Hartwig Vietinghoff

Uniwasser GmbH Kaiserslautern

Fachliche Mitwirkung

Jürgen Ilse

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Prof. Dr.-Ing. habil. Reinhard Pohl

Technische Universität Dresden

Prof. Dr. Robert Jüpner, David Härdtner, Liesa Müller

Technische Universität Kaiserslautern

Projektleitung

Jörg Uwe Belz

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkung: hydrologisch-historischer Rahmen	7
1 Einleitung	12
2 Die Elbe im Raum Magdeburg	13
3 Bauwerke und Eingriffe	16
3.1 Stromregulierungen	16
3.2 Das Cracauer Wehr	17
3.3 Das Pretziener Wehr	21
3.4 Die Strombrücken	22
3.5 Die Mühlen	23
3.6 Weitere bauliche Veränderungen	27
4 Die Pegel an der Strombrücke	32
5 Methoden	34
5.1 Vervollständigung der Wasserstandszeitreihe	34
5.2 Rekonstruktion der Querprofile und Wehrgeometrien	35
5.3 Ableitung der Wasserstands-Durchfluss-Beziehungen	36
5.4 Durchfluss in der früheren „Pferdeelbe“ und Veränderungen der Stromelbe	40
5.5 Kronenhöhen älterer Einlaufbauwerke in die Nebenarme	41
5.6 Umfluten	43
6 Ergebnisse	45
6.1 Abflusstafeln	45
6.2 Abgeleitete Abflussreihe	45
7 Diskussion	48
8 Ausblick	51
9 Literatur	52
10 Anhang	55

Abbildungsverzeichnis

1	Die Elbe und der Umflutkanal in Magdeburg	14
2	Felsbänke oberhalb der Strombrücke bei Niedrigwasser	15
3	Elbe im Stadtgebiet Magdeburgs um 1739	18
4	Elbe im Stadtgebiet Magdeburgs um 1835	19
5	Cracauer Wehr	20
6	Pretziener Wehr	22
7	Strombrücke von 1863	23
8	Lage der Strombrücken und Pegel	24
9	Kupferstich Magdeburgs von Franz Hogenberg	27
10	Kupferstich Magdeburgs von Merian	28
11	Kupferstich Magdeburgs von Matthäus Seutter	28
12	Kupferstich Magdeburgs, 1788	29
13	Stadtplan Magdeburgs, vor 1731	29
14	Karte von 1799	30
15	Karte von 1803	30
16	Karte von 1806	31
17	Neuer und alter Packhof	31
18	Pegel Magdeburg-Strombrücke	33
19	Zeitreihe der Wasserstandsmessungen am Pegel Strombrücke	35
20	Abflussprofil und hydraulische Werte	38
21	Veränderung des Wasserspiegelgefälles	43
22	Wasserstands-Abfluss-Beziehungen	46
23	Monatsmittel der Abflüsse 1727–1890	47
24	Abflussregime 1727-1890	47

Tabellenverzeichnis

1	Öffnung des Wehres Pretzien im betrachteten Zeitraum	22
2	Abgeleitete Geometrien der Stromelbe am Mühlendamm	26
3	Zeitliche Einordnung der Abflusstafeln	39
4	Eckdaten der Wasserstands-Durchfluss-Beziehung für die Ratsmühle	41
5	Eckdaten der Wasserstands-Durchfluss-Beziehung für die Stromelbe 1727 bis 1789	50
6	Abflusstafel 1 (Schlüsselkurve, W-Q-Beziehung) für den Gesamtabfluss der Elbe am Pegel Magdeburg-Strombrücke 1727–1789	56
7	Abflusstafel 2 (Schlüsselkurve, W-Q-Beziehung) für den Gesamtabfluss der Elbe am Pegel Magdeburg-Strombrücke 1790–1806	57
8	Abflusstafel 3 (Schlüsselkurve, W-Q-Beziehung) für den Gesamtabfluss der Elbe am Pegel Magdeburg-Strombrücke 1807–1816	58
9	Abflusstafel 3a (Schlüsselkurve, W-Q-Beziehung) für den Gesamtabfluss der Elbe am Pegel Magdeburg-Strombrücke 1817–1819	59
10	Abflusstafel 4 (Schlüsselkurve, W-Q-Beziehung) für den Gesamtabfluss der Elbe am Pegel Magdeburg-Strombrücke 1820–1839	60
11	Abflusstafel 4a (Schlüsselkurve, W-Q-Beziehung) für den Gesamtabfluss der Elbe am Pegel Magdeburg-Strombrücke 1840–1844	61
12	Abflusstafel 5 (Schlüsselkurve, W-Q-Beziehung) für den Gesamtabfluss der Elbe am Pegel Magdeburg-Strombrücke 1845–1867	62
13	Abflusstafel 6 (Schlüsselkurve, W-Q-Beziehung) für den Gesamtabfluss der Elbe am Pegel Magdeburg-Strombrücke 1868–1875	63
14	Abflusstafel 6a (Schlüsselkurve, W-Q-Beziehung) für den Gesamtabfluss der Elbe am Pegel Magdeburg-Strombrücke 1876–1877 – Umflut Pretzien geschlos- sen	64
15	Abflusstafel 6b (Schlüsselkurve, W-Q-Beziehung) für den Gesamtabfluss der Elbe am Pegel Magdeburg-Strombrücke 1876–1877 – Umflut Pretzien geöffnet	65
16	Abflusstafel 7 (Schlüsselkurve, W-Q-Beziehung) für den Gesamtabfluss der Elbe am Pegel Magdeburg-Strombrücke 1878–1890 – Umflut Pretzien geschlos- sen	66
17	Abflusstafel 7a (Schlüsselkurve, W-Q-Beziehung) für den Gesamtabfluss der Elbe am Pegel Magdeburg-Strombrücke 1878–1890 – Umflut Pretzien geöffnet	67

Vorbemerkung: hydrologisch-historischer Rahmen

Der Umgang mit dem in jeder Hinsicht lebensnotwendigen Wasser war steter Begleiter der Entwicklung der Menschheit. Die historischen Anfänge des gewässerkundlichen Messens und Auswertens sind daher bereits in Zeiten der Hochkulturen der Antike zu finden. Einige der wichtigsten frühen Staaten, z.B. im alten Ägypten oder im Zweistromland (Mesopotamien, der heutige Irak), bildeten sich nicht zuletzt aus der Notwendigkeit heraus, sich im Hinblick auf den effizienten und effektiven Umgang mit der Lebensgrundlage Wasser organisieren zu müssen: nämlich nachhaltige Lösungen zu etablieren, um den Herausforderungen des Wassermangels (in Trockenzeiten), des Wasserüberflusses (bei Hochwasser) und einer insgesamt bedarfsgerechten Wasserverteilung technisch und sozialverträglich gerecht werden zu können.

Grundlegend sind dabei ausreichende Informationen über das vorliegende Wasserdargebot einschließlich seiner Extreme. Eine einfache, leicht einsetzbare Form der wassermengenbezogenen Dokumentation sind die seit alters her weltweit gebräuchlichen Wasserstandsmarken, die zum Gedenken an Extremsituationen an auffälligen, möglichst soliden Landschaftselementen (Felsen o.ä.) oder bestandssicheren Bauwerken (Gebäude, Brücken etc.) angebracht wurden und werden. Sie konkretisieren Wasserstände sehr viel präziser als mündliche Überlieferungen oder schriftliche Beschreibungen in alten Chroniken.

Relativ häufig sind in diesem Zusammenhang Hochwassermarken. Früheste Zeugnisse hierfür finden sich bereits im alten Ägypten: Der Annalenstein der fünften Dynastie (welche in der Zeit 2504 bis 2347 v. Chr. bestand), verzeichnet sämtliche jährlichen Nilhochwasserstände etwa vom Jahre 3000 v. Chr. an (BELL 1970). Zu dieser Zeit, der Hochkultur des Alten Reiches in Ägypten, fand in Mitteleuropa gerade der Übergang von der Stein- in die Bronzezeit statt. . .

Jahrtausende später datieren die ersten Zeugnisse von einfachen hydrologischen Dokumentationen im Elbegebiet. Christian Gottlieb Pötzsch, Aufseher der kurfürstlichen Naturaliensammlung in Dresden, veröffentlichte im 18. Jahrhundert eine Zusammenstellung der „großen Wasserfluthen des Elbstroms seit tausend und mehr Jahren.“ Früheste Hinweise auf Hochwasser der Elbe sind demnach für das Jahr 590 in alten Chroniken überliefert (PÖTZSCH 1784).

Die älteste bis heute unverändert erhaltene typische Hochwassermarke am Elbstrom findet sich an einem Felsen unterhalb des Schlossturms in Děčín und stammt aus dem Jahre 1432 (IKSE 2005). In die Kategorie der Hochwassermarken zählt auch der Bradáč, ein steinerner Kopf im Bereich der Prager Karlsbrücke über die Moldau, der erstmals an deren Vorgängerbrücke, der Judith-Brücke aus dem Jahre 1172, angebracht und nach deren Zusammenbruch

ab 1357 an die Karlsbrücke transloziert wurde (vgl. u.a. ELLEDER 2013). Der Bradáč diente als Bezugspunkt; die jeweiligen Wasserstände waren von diesem aus in Ellen anzugeben. In jüngeren Jahrhunderten sind nicht nur in Tschechien, sondern in allen Teilen der Welt zahllose Hochwassermarken angebracht worden und dienen der Orientierung der Bevölkerung darüber, was örtlich an Überflutungsextremen möglich ist. Die Beispiele aus dem Elbegebiet zählen aber sicherlich zu den ältesten Zeugnissen von Hochwassermarken in Europa.

Niedrigwassermarken sind sehr viel seltener als Hochwassermarken. Von der Elbe her sind allerdings in größerer Zahl die sogenannten Hungersteine bekannt, die nur bei sehr niedrigen Wasserständen trocken fallen und erkennbar werden. Aus einer größeren Anzahl als besonders bemerkenswerte Beispiele hierzu herausgegriffen seien der Hungerstein von Děčín (mit nicht mehr komplett lesbaren Markierungen seit dem Jahre 1417), der Tichlowitzer Hungerstein (Inscription von 1666) und der Hungerstein von Pirna-Oberposta (mehrere Eingravierungen seit dem Jahre 1707). Eine erste Übersicht vermittelt das Landeshochwasserzentrum Sachsen (LHWZ 2019). Im Übrigen sind auch vom Rhein (z.B. bei Schaffhausen und Worms), der Mosel (z.B. bei Graach oder Traben-Trarbach) oder von der Weser (Würgassen) Hungersteine bekannt, allerdings mit Inschriften, die nicht das Alter der o.g. Beispiele von der Elbe aufweisen (Eine Ausnahme bildet der nicht mehr erhaltene Laufenstein bei Laufenburg am Rhein oberhalb Basels, wo WALTHER (1901) gemäß WEINGARTNER & PFISTER (2007) Markierungen bis zurück ins Jahr 1541 dokumentierte).

Sehr viel informativer und damit nutzbringender (aber im Vergleich zur Anbringung von Wasserstandsmarken technisch und fachlich-organisatorisch deutlich aufwändiger) ist die kontinuierliche Messung von Wasserständen. Hierzu dienen und dienten Pegel. Das früheste bekannte Beispiel einer Pegeleinrichtung stammt wiederum vom Nil. Der ägyptische Pharao Sesostri I. (1975–1930 v. Chr.) ließ entlang des Stroms Anfang des zweiten Jahrtausends v. Chr. mehrere Pegelbauwerke (sog. Nilometer) mit in Stein gehauenen Maßskalen erstellen, von welchen dasjenige am Satis-Tempel auf der Nilinsel Elephantine noch erhalten ist (vgl. SEIDLMAYER 2001). Noch ältere Zeugnisse systematischer Wasserstandsbeobachtung sind erhalten gebliebene Aufzeichnungen von Hochwasserständen des Nil, die auf die Zeit der I. bis V. Dynastie (etwa 3000 bis 2500 v. Chr.) zurückgehen (GARBRUCH 1984).

Wesentlich später erst kam die Pegelmesstechnik nach Mitteleuropa. Nicht von ungefähr ist es, bezogen auf das ehemalige Deutsche Reich, wieder die Elbe bzw. das Elbegebiet, für welche die frühesten Nachweise für systematisch beobachtete Wasserstandspegel existieren. Hintergrund dafür ist Folgender: Zusammen mit Rhein und Donau bildet der Elbstrom gleichsam das Trifolium der bedeutendsten natürlichen Wasserwege Deutschlands bzw. des ehemaligen Deutschen Reiches. Die sozioökonomische und damit immer auch politische Bedeutung dieser schiffbaren Wasserstraßen war in früheren Jahrhunderten, als es noch kein sicheres und bequemes Straßen- und Schienennetz, noch keine Flugzeuge und weder Autos noch Züge gab, immens. Neben verkehrlicher Nutzbarkeit erhöhten außerdem weitere Gesichtspunkte, z.B. die Etablierung von Mühlen, Manufakturen und Industrien, die Bedeutung der großen Ströme.

Entlang von Rhein, Donau und Elbe reihten sich daher früh bedeutende Städte und Wirtschaftsregionen des Deutschen Reiches aneinander. Grundsätzlich blühte der Handel, wenn

nicht gerade Kriege oder uneinsichtige Territorialfürsten Schwierigkeiten bereiteten; damit einher gingen große Wirtschaftskraft und die Agglomeration überdurchschnittlichen geistigen und technischen Potenzials.

Gleichzeitig weist innerhalb dieses Wasserstraßen-Trifoliums einzig die Elbe den nutzungsbezogenen Nachteil einer saisonal unausgewogenen Wasserführung mit häufigen und langen Niedrigwasserphasen auf. Denn im Gegensatz zu Donau und Rhein fehlt hier der einzugsgebietsimmanente Anschluss an Hochgebirgsregionen mit ihren bedeutenden Schnee- und Eisrücklagen, die sich stets in der kalten Jahreszeit ansammeln. Somit kann deren sommerliches Abschmelzen im Elbegebiet nicht für Entlastung bzw. Speisung der Abflüsse bei Hitze und Trockenheit sorgen.

Dort, wo einerseits geistig-technische Substanz und andererseits Wirtschaftskraft zusammenkommen, entsteht in aller Regel auch das Potenzial, Lösungen für bestehende Probleme zu suchen und zu finden. Entsprechend finden sich im Elbegebiet – und nicht an den wasserreicheren Flüssen Rhein und Donau – die ersten bekannten Pegeleinrichtungen des Deutschen Reiches. Hier wurde nach ENGEL (1999, 2003) gemäß Berichten aus dem Jahre 1682 in der alten Hansestadt Stade bereits im 17. Jahrhundert ein Pegel betrieben (allerdings im wenig niedrigwassergefährdeten tidebeeinflussten Ästuarbereich). Seit dem Jahre 1714 ist von den Elbe-Nebenflüssen Havel und Nuthe der Betrieb von Pegeln zur Regelung des Mühlenbetriebs bekannt (ECKHOLDT 1984). Noch früher, in der Mitte des 17. Jahrhunderts, arbeitete man offenbar bereits im Zusammenhang mit der Steuerung der auf der Elbe schwimmenden Magdeburger Rathsmühle mit einem an einem Brückenpfeiler angebrachten Pegel. Mit diesem wurde dann auch nach Angaben von FAIST (2016) der Ablauf des Februarhochwassers des Jahres 1655 dokumentiert.

Spätestens ab dem Jahre 1727 wurde der Pegel Magdeburg (heute: Magdeburg-Strombrücke) täglich abgelesen, zumindest liegen seit diesem Jahr (einschließlich einer kleineren Rekonstruktion für die Jahre 1809–1817) Wasserstandslisten in ununterbrochener Folge vor. Es ist dies somit die längste kontinuierlich dokumentierte Wasserstandsreihe Deutschlands.

Dem Weitblick und der Initiative des Magdeburger Hydrologen Manfred Simon ist es zu verdanken, dass der auf diesen langen Pegelaufzeichnungen beruhende Datensatz der hydrologischen Fachwelt wieder zugänglich gemacht wurde; lange hatten die Pegellisten – wohlverwahrt, aber vergessen – im tschechischen Staatsarchiv geruht (SIMON 2010).

Die Nutzung bzw. Auswertung hydrologischer Daten, insbesondere in Gestalt langer Zeitreihen, geschieht aber in aller Regel nicht anhand von Wasserständen; der Wasserstand W ist aufgrund seiner Empfindlichkeit gegenüber morphodynamischen Umgestaltungen des durchströmten Längs- und Querprofils keine Messgröße, die konsistente zeitliche oder räumliche Vergleiche erlaubt.

Der Durchfluss (gebietsbezogen ausgewertet auch: Abfluss) Q ist eine abgeleitete Messgröße, die nicht direkt erhoben wird, sondern nach verschiedenen Verfahren als Produkt aus dem durchströmten Querschnitt F und der Strömungsgeschwindigkeit v berechnet wird: $Q = F \cdot v$.

Es besteht eine eindeutige, enge Beziehung zwischen W und Q : Einem Pegel kann ein Durchfluss-Messquerschnitt zugeordnet werden. Mittels einer Ausgleichskurve (der sog. Durchfluss- oder Schlüsselkurve) kann leicht eine Umrechnung der in den Querschnitten gemessenen W in Q erfolgen, ohne dass jeweils aufwändige Strömungsmessungen notwendig sind.

In der Hydrologie wird sowohl bei empirischen Zeitreihenuntersuchungen als auch bei zukunftsbezogenen Modellsimulationen als maßgebliche Größe der Durchfluss zugrunde gelegt. Insofern erschien es fachlich geboten, den Versuch zu unternehmen, die lange Magdeburger Wasserstandsreihe ab 1727 in Durchflusszahlen umzurechnen. Wenngleich das dazu nötige Instrument, der sog. Woltmanflügel, durch Reinhard Woltman (1757–1837) bereits im Jahre 1790 erfunden wurde, existieren verlässliche und systematische Durchflussmessungen erst seit Ende des 19. Jahrhunderts. Angesichts des Fehlens von Messwerten musste daher die besondere Herausforderung bei dieser Umrechnung von W in Q die Rekonstruktion der Profil- und Gefälleverhältnisse sein. Dazu wurden alte Quellen (bildliche Darstellungen wie Zeichnungen und Stiche, aber auch Skizzen und Karten) analysiert.

Bereits in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts hatte der Hydrologe Helmut Faist für die damalige Wasserwirtschaftsdirektion (WWD Elbe-Sude-Elde) in Magdeburg aus den historischen Wasserständen die jährlichen Hochwasserabflüsse für die Reihen 1870–1960 (FAIST 1967) und 1727–1870 (FAIST 1968) ermittelt. Die hydraulischen Berechnungen basierten auf umfangreichen Recherchen und Auswertungen historischer Quellen.

Dabei waren durchgreifende Veränderungen der im Stadtgebiet Magdeburg verzweigten Elbe, ihrer Durchflussquerschnitte, der Gewässersohle, der Wasserspiegelgefälle, der Wasser- und Brückenbauten, aber auch des Pegels und der verwendeten Höhensysteme im betrachteten Zeitraum zu berücksichtigen. Für die Zeiträume zwischen markanten flusshydraulischen Veränderungen wurden jeweils spezifische Wasserstands-Abfluss-Beziehungen aufgestellt.

Ausgehend von bekannten historischen W - Q -Beziehungen (vgl. FAIST 1967, 1968) wurden hydraulisch relevante Einrichtungen oder Veränderungen im Hinblick auf ihre hydraulischen Effekte bewertet. Im Rahmen der Erhebungen zur historischen hydrologischen Statistik der gesamten Elbe durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde wurde Helmut Faist damit beauftragt, zusätzlich zu den jährlichen Abflussmaxima für die von SIMON (2010) mit wenigen Lücken vorgelegten Tageswerte des Wasserstandes am Pegel Magdeburg-Strombrücke zwischen 1727 und 1890 die zugehörigen Durchflüsse abzuleiten. Dazu waren die in den genannten Arbeiten ermittelten flusshydraulischen Grunddaten, wie Querschnittsflächen, Fließgefälle sowie die Geometrie der Flussbauwerke, nochmals zu präzisieren, um für die wesentlich kleineren Durchflüsse bei Mittel- und Niedrigwasser ebenfalls eine vertretbare Abschätzung leisten zu können. Diese neueren Untersuchungen wurden 2010 als Gutachten mit zahlreichen Anhängen übermittelt.

Es ist darauf hinzuweisen, dass es sich um eine Arbeit handelt, die zu großen Teilen in den 1960er Jahren ausgeführt und die auch in der aktuellen Erweiterung und Überarbeitung mit den damaligen Methoden weitergeführt wurde. Die daraus resultierenden Grenzen und neuere

Möglichkeiten der Bearbeitung werden kurz diskutiert. Ziel und Ergebnis der vorliegenden Arbeit war die Ableitung der Schlüsselkurven bzw. Abflusstafeln für den Pegel Magdeburg-Strombrücke für den Zeitraum 1727–1890.

Die Ergebnisse dieser Arbeiten liegen nun vor. Für die Gewässerkunde ist diese Datenreihe ein großer Schatz. Allerdings muss allen Nutzern dieser Daten selbstverständlich klar sein, dass die einzelnen Werte nicht das Qualitätsniveau von heutzutage erhobenen Durchflusszahlen aufweisen: Erhebliche Unsicherheiten und Inkonsistenzen sind anzunehmen, aber leider nicht exakt zu quantifizieren.

Nichtsdestotrotz sind die Autoren, unter denen der maßgebliche Protagonist, Helmut Faist, die Veröffentlichung seines Werks leider nicht mehr erleben kann, überzeugt davon, dass aus der Magdeburger Abflussreihe im Rahmen der empirischen Hydrologie wertvolle Erkenntnisse gewonnen werden können.

Jörg Uwe Belz

1 Einleitung

Die Stadt Magdeburg, ehemalige Festungsstadt und heutige Landeshauptstadt, verdankt ihre Entwicklung zu einem beträchtlichen Teil der günstigen Lage an der Elbe. Die verzweigten Flussläufe ermöglichten eine leichtere Querung des Stromes, was zu einer Konzentration von Landhandelswegen führte. Gleichzeitig wurde die Elbe seit sehr langer Zeit als Schifffahrtsweg genutzt. Schiffsgefäße und Flöße werden schon im Jahre 965, als dem Mauritiuskloster das Marktrecht verliehen wurde, als wichtige Transportmittel in einer Urkunde erwähnt (FAIST 2011). Die Elbe ermöglichte auch den Betrieb von Wassermühlen, diente der Fischerei als Grundlage und nicht zuletzt unterstützte sie die Wehrhaftigkeit der Stadt. Schon früher gab es Interessenkonflikte der verschiedenen Nutzungen, so zwischen dem Erfordernis der Durchgängigkeit für die Schifffahrt und den den Strom einengenden Schiffs- und Wassermühlen.

Die Stromteilungen der Elbe bei Magdeburg und die immer wieder auftretende Versandung einzelner Stromarme kann dazu beigetragen haben, dass sich ebenfalls schon frühzeitig die Frage stellte, ob der Wasserstand der Elbe langfristig sinke, mit den daraus verbundenen Nachteilen für die Nutzungen. Daher ist es kein Zufall, dass in Magdeburg mit dem Pegel Magdeburg-Strombrücke einer der ältesten Pegel an der Elbe existiert, vermutlich seit mindestens 1655. Ursprünglich an der 1450 errichteten Strombrücke angebracht, wurde er in den folgenden Jahrhunderten mehrfach verlegt. Seit 1727 wurde der Pegelstand täglich abgelesen. Der Pegel Magdeburg-Strombrücke weist damit die längste erhaltene Wasserstandsreihe nicht nur aller Elbpegel, sondern der Pegel an den großen deutschen Flüssen insgesamt auf: Für die beiden sächsischen Pegel Meißen und Dresden liegen ab 1775 und 1776 kontinuierliche Wasserstandsbeobachtungen vor, weitere Elbpegel wurden im 19. Jahrhundert eingerichtet.

Ende des 19. Jahrhunderts erfolgte die Entwicklung genauerer Instrumente zur Messung des Durchflusses, was die Aufstellung von Schlüsselkurven, die die Beziehung von Wasserstand und Durchfluss darstellen, ermöglichte. Da diese erst im 20. Jahrhundert regelmäßig ermittelt wurden, müssen korrekte Schlüsselkurven für historische Pegelzeitreihen auf anderem Wege abgeleitet werden, was ein schwieriges Problem darstellt. Im Fall des Pegels Magdeburg-Strombrücke kommt erschwerend hinzu, dass neben der natürlichen Dynamik der Elbmorphologie die hydraulische Situation durch verschiedene menschliche Eingriffe in den letzten Jahrhunderten immer wieder stark verändert wurde. Als Grundlage für die Ableitung der Wasserstands-Durchfluss-Beziehungen werden die Situation der Elbe in Magdeburg sowie die relevanten Veränderungen daher im Folgenden beschrieben. Es soll jedoch ebenfalls auf die fundierte Arbeit von Manfred Simon (SIMON 2010) verwiesen werden, die für die vorliegende Publikation nicht nur die Datenreihen des Wasserstandes, sondern auch weitere wertvolle Informationen lieferte.

2 Die Elbe im Raum Magdeburg

Von der Saalemündung, am heutigen Elbe-km 290,7, über Magdeburg bis etwa Niegripp, bei Elbe-km 343,6, verdoppelt sich die Breite des Elbetales auf 7 bis 8 km. In den letzten 1000 Jahren hat die Elbe in diesem Bereich vielfach ihren Lauf zwischen den Talrändern verändert. Die Elbe spaltete sich in mehrere Arme auf und verlagerte sich häufig (Abb. 1). Im verengten Durchbruch aus dem Urstromtal unterhalb von Magdeburg, zwischen Hohenwarthe und Rogätz, vereinigten sich die Arme wieder in einen nordwärts gerichteten Hauptstrom. Die Tendenz der Elbe, sich auf den eigenen Ablagerungen ein neues Bett zu suchen, wurde durch schrittweise Regulierung der Gewässerläufe beseitigt, so dass, von extremen Hochwasserereignissen abgesehen, keine Verlagerungen mehr stattfinden konnten.

Die Amplitude der Wasserspiegellagen ist in der ungeteilten Elbe, ober- und unterhalb der Stromspaltung bei Elbe-km 322,94, größer als in den einzelnen Armen, wie der Stromelbe, der Alten Elbe (in älteren Quellen auch Thurmschanzenelbe) und der Zollelbe (ursprünglich Große Elbe und später Mittelbe genannt) im Raum Magdeburg. Daher sind bei Betrachtung der wasserwirtschaftlichen Hauptzahlen die Änderungen der Wasserstände am Pegel Magdeburg-Strombrücke zwischen Niedrig- und Hochwasser geringer im Vergleich zu den Pegeln in Barby, Niegripp und Tangermünde. Des Weiteren wird bei größeren Hochwasserereignissen durch den Zusammenfluss der Hauptarme und Umfluten zwischen Rothensee und Hohenwarthe das Wasserspiegelgefälle der Stromelbe auf einer Strecke von mehreren Kilometern stromaufwärts vermindert.

Im Stadtgebiet Magdeburgs verändern drei quer zur Fließrichtung verlaufende Felsriegel aus Rotliegendem und Grauwacke das Strömungsbild (vgl. Abb. 2). Geologisch gehören diese zur Flechtinger Scholle, einer Kippscholle, die mit dem Flechtinger Höhenzug eines der nördlichsten Vorkommen anstehenden Festgesteins in Deutschland darstellt. Die nach Osten abtauchenden Felsriegel bewirken starke örtliche Gefälleänderungen in der Stromelbe, in abgeschwächter Form sind diese Veränderungen ebenfalls in der Alten Elbe zu beobachten. Trotz mehrfacher Sprengungen zur Vertiefung der Querschnitte verursachen diese Untiefen bis heute am Domfelsen und am Herrenkrugfelsen Stromschnellen. In Pegelnähe entstand bis in das 19. Jahrhundert hinein, hervorgerufen durch die enge Verbauung, eine sich allerdings vergleichsweise schwächer auswirkende Schnelle.

Für die Elbe sind in länger anhaltenden Frostperioden Eisstände bekannt, die sich, von der Stromspaltung oberhalb Hamburgs ausgehend, stromaufwärts zum Teil bis Tschechien erstrecken. Die Eisbildung setzt mit Treibeis ein, durch Zusammenschub entsteht Eisstau, der zu einer flussaufwärts anwachsenden geschlossenen Eisdecke führt. Für den Zeitraum 1727–1805 verzeichnet SIMON (2010) z.B. 40 Winter mit insgesamt 1001 Tagen Eisstand. Davon war die

Elbe in Magdeburg in 7 Wintern von Eisständen betroffen, die jeweils mehr als 50 Tage andauerten. Dies wirkte sich vor allem durch Sohlerosion bei Abfluss unter Eisbedeckung auf die Querschnitte und das Gefälle aus. Die Wasserstände in den betreffenden Zeiträumen sind entsprechend zu interpretieren. Eisbeeinflusste Hochwasser traten häufig nach Eisaufbruch bei beginnendem Eisgang auf.

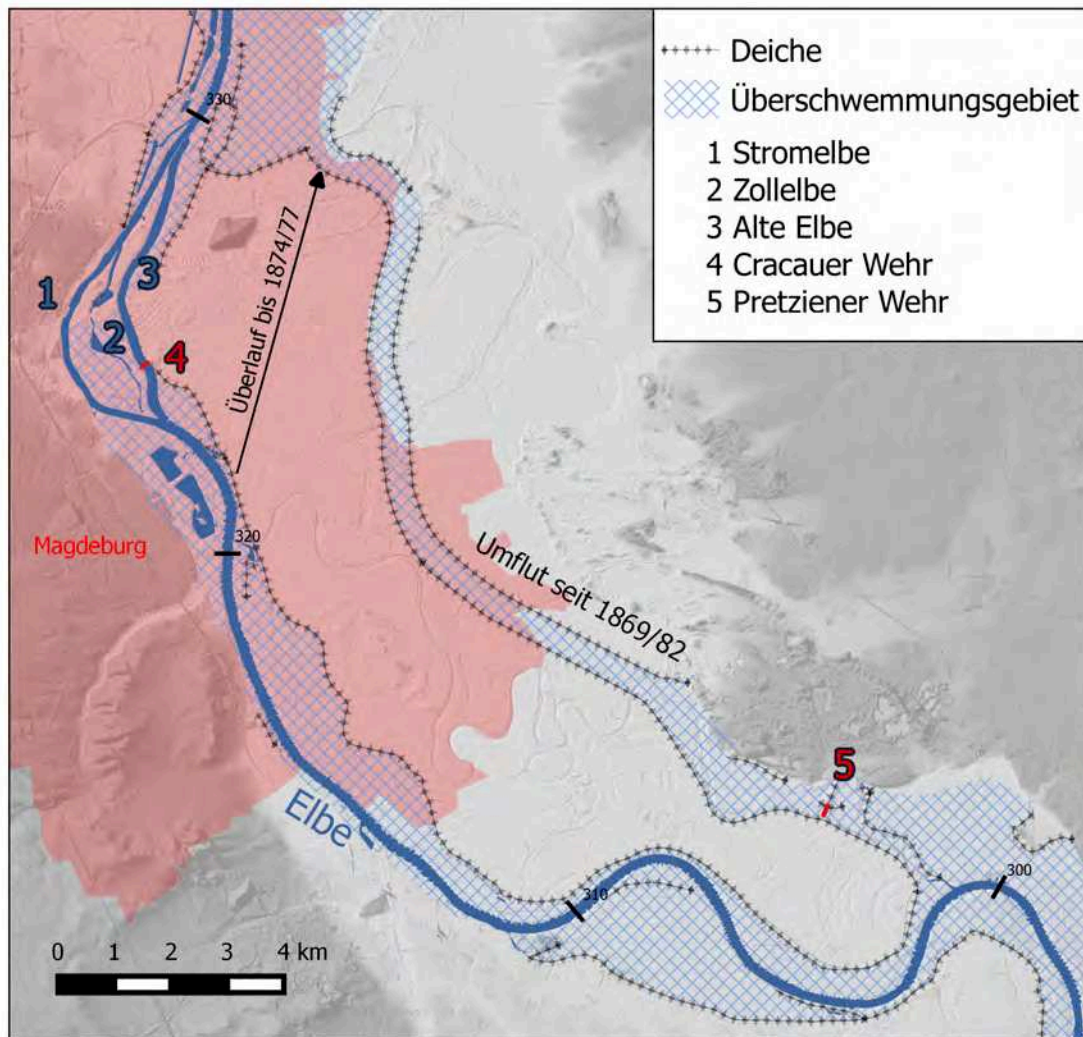


Abbildung 1: Die Elbe und der Umflutkanal in Magdeburg



Abbildung 2: Felsbänke oberhalb der Strombrücke bei Niedrigwasser ($W = 51 \text{ cm}$) am Pegel Magdeburg-Strombrücke [Foto: Vietinghoff, 15.08.2015]

3 Bauwerke und Eingriffe

Die besondere Herausforderung bei der Ableitung von Wasserstands-Abfluss-Beziehungen für solch lange historische Zeiträume besteht darin, alle beeinflussenden Faktoren mit größtmöglicher Plausibilität und Genauigkeit zu erschließen. Entsprechend breiter Raum wird diesem Thema nachstehend gewidmet.

3.1 Stromregulierungen

Seit dem 17. Jahrhundert griff der Mensch nachhaltig in den Verlauf der Stromarme ein. Der westliche Arm, die Stromelbe, wurde durch Regulierung an die hochwasserfreie Lage der Altstadt Magdeburgs herangeführt. Die weiter östlich verlaufende Alte Elbe stellt gegenüber der Stromelbe einen um 1,3 km kürzeren und damit gefällestärkeren Gewässerlauf dar und konnte daher verstärkt Hochwasser abführen. Hinzu kommt, dass die Alte Elbe im Vergleich zur Stromelbe weder an ihren Ufern beengt noch mit Brücken verbaut war.

In der Alten Elbe sowie zeitweilig in der Zollelbe beeinflussten Einlaufwehre den Abfluss. Diese begrenzten den Zustrom und leiteten den Abfluss zu großen Teilen in die vorher abflussschwache Stromelbe um. Aufgrund der größeren Überfallbreiten im Vergleich zu späteren Wehrbauten ist anzunehmen, dass die damals möglichen Durchflüsse zum Teil deutlich höher waren. Die Zollelbe verlor infolge von Einbauten und Verlandung deutlich an Abflussvermögen. Seit dem 19. Jahrhundert führt sie daher einen untergeordneten Anteil am Hochwasserabfluss.

Mehrere Mäanderdurchstiche im 18. Jahrhundert stromab von Magdeburg (Lostau 1740, Biederitz 1785, Rothensee 1786–89) führten zu einer Laufverkürzung des Elbestroms um insgesamt 11,3 km. In der Folge war eine verstärkte rückschreitende Erosion der Gewässersohle und stromaufwärts Absenkungen der Wasserspiegellagen zu beobachten. Allein für den Pegel Magdeburg-Strombrücke wurde die Wasserspiegelabsenkung bei Mittelwasser mit 15 cm angegeben (KÖNIGLICHE ELBSTROMBAUVERWALTUNG MAGDEBURG 1898).

Mit der Tiefenerosion der Stromelbe wurden die genannten Felsriegel zum Abfluss- und Schifffahrtshindernis (SIMON 2010). Die Mittelwasserregulierung, vor allem durch Errichtung von Buhnen, wurde im damaligen preußischen Elbeabschnitt (ab Elbe-km 121,0) in den Jahren 1844–1892 aus vornehmlich nautischen Gründen durchgeführt. Im Jahr 1854 werden im Regierungsbezirk Magdeburg 1010 Buhnen am Elbstrom gezählt (SCHMID 1859). Diese Regulierung, die Festlegung des Elbelaufes und die Abnahme des Geschiebetransportes führte zu verstärkter Sohlerosion in der Elbe und dürfte auch die Stromelbe beeinflusst haben (SIMON 2010).

Eine Umflut war bei Hochwasser im Bereich Prester – Lostau gegeben. In der rechtseitigen Deichanlage befand sich zwischen Pechau und Prester wahrscheinlich bereits vor Beginn der Wasserstandsaufzeichnungen am Pegel Magdeburg-Strombrücke ein ca. 500 m langer Überlauf. Dieser trat bei einem Wasserstand von etwa 570 cm, bezogen auf den Nullpunkt des heutigen Pegels Magdeburg-Strombrücke, in Funktion. Das Wasser floss dann über die Biederitzer Niederung östlich von Magdeburg in Richtung Lostau ab. Mit der Deicherhöhung 1874–1877, parallel zur Fertigstellung und Inbetriebnahme des Pretziener Wehres und der Deiche an der Elbeumflut, wurde dieser Überlauf auf 800 cm, bezogen auf den heutigen Pegel, erhöht (SIMON 2010).

3.2 Das Cracauer Wehr

Der Vorläufer des heutigen Cracauer Wehres im Zustrom der Alten Elbe wurde im 17. Jahrhundert errichtet, um die durch das Stadtgebiet von Magdeburg führende Stromelbe als Hauptstrom zu etablieren. Dies hatte zum Ziel, den Schiffsverkehr zu konzentrieren und direkt durch Magdeburg zu führen sowie den Mühlenbetrieb in der kleinen Elbe aufrechtzuerhalten (vgl. MAENSS 1885).

Im Laufe der Jahrhunderte wurden die Wehrbauten in diesem Bereich mehrfach um- bzw. neu-gebaut. Die erste Wehranlage, die ‚Roste‘ oder ‚Presterscher Sperrdamm‘, wurde im Zeitraum von 1684 bis 1686 zwischen Rothehornspitze und Presterschem Werder gebaut. Die Große Elbe wurde im Anschluss an den Bau des Wehres in Mittel-elbe umbenannt. Die Überfalllänge betrug 375 m und wurde 1739 auf 390 m verlängert. Die Breite des Überfalls betrug 6,50 m und war gepflastert. Die Höhe der Krone lag, auf den heutigen Pegel bezogen, anfänglich bei 235 cm am Pegel Strombrücke und wurde 1707 auf 350 cm erhöht, da die Stromelbe weiterhin zu versanden drohte. Um einen Mindestabfluss in die Alte Elbe und die damalige Mittel-elbe zu gewährleisten, wurde auf Verlangen des Gouverneurs, Fürst Leopold von Anhalt, 1733 eine 10 m lange und 75 cm tiefe Niedrigwasserrinne in die Überfallkrone eingebaut.

In Folge eines Hochwassers 1789 wurde das bestehende Wehr so stark beschädigt, dass ca. 200 m unterhalb das zweite Wehr gebaut wurde, welches 1790 fertig gestellt wurde. Das neue Wehr, der zweite ‚Prestersche Sperrdamm‘ wies eine Überfalllänge von 550 m bei einer Überlaufhöhe in Bezug auf den Pegel Magdeburg-Strombrücke von 240 cm. Während des Napoleonischen Krieges wurde 1806 der Sperrdamm von Französischen Truppen gesprengt. Das zerstörte Wehr ist als drittes Wehr, bzw. dritte Variation des Sperrdammes in der vorliegenden Arbeit aufgeführt. Dies war nötig, da während der Zeitspanne der Zerstörung bis zum Neubau 1816 das Wasser ungehindert durch alle Arme der Elbe abfließen konnte, was zu sehr niedrigen Wasserständen führte. Es ist davon auszugehen, dass die Alte Elbe zwischen 1807 und 1816 bereits ab einem Abfluss von weniger als 130 m³/s abflusswirksam war. Dieser Wert liegt unter dem für diese Zeit anzunehmenden vieljährigen mittleren Niedrigwasserabfluss. Zu den Auswirkungen der Sprengung des Sperrwerkes vermerkt die Königliche Elbstrombauverwaltung (KÖNIGLICHE ELBSTROMBAUVERWALTUNG MAGDEBURG 1896): „In Folge hiervon

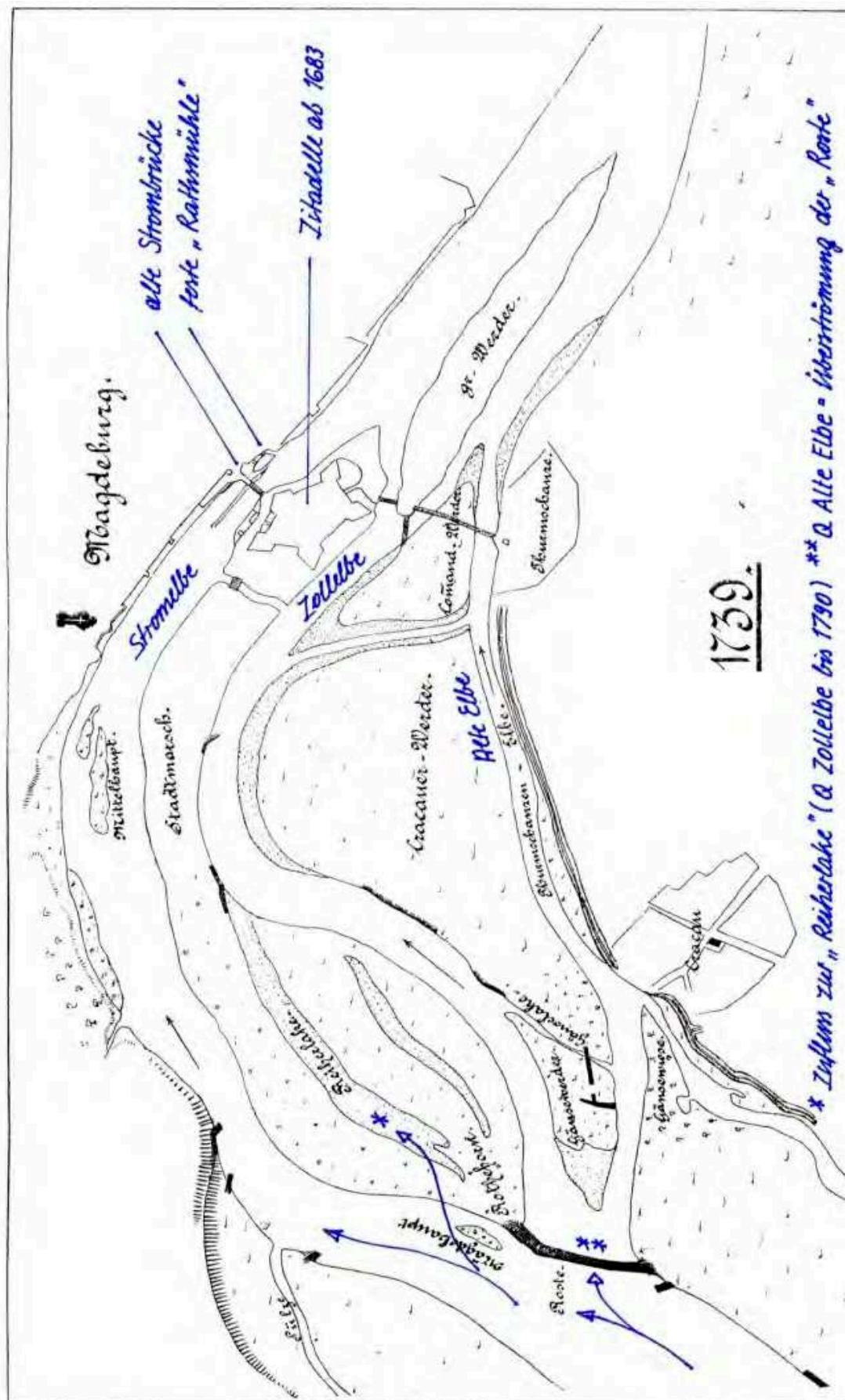


Abbildung 3: Elbe im Stadtgebiet Magdeburgs um 1739 (KEBV 1896, Sammlung H. Faist)

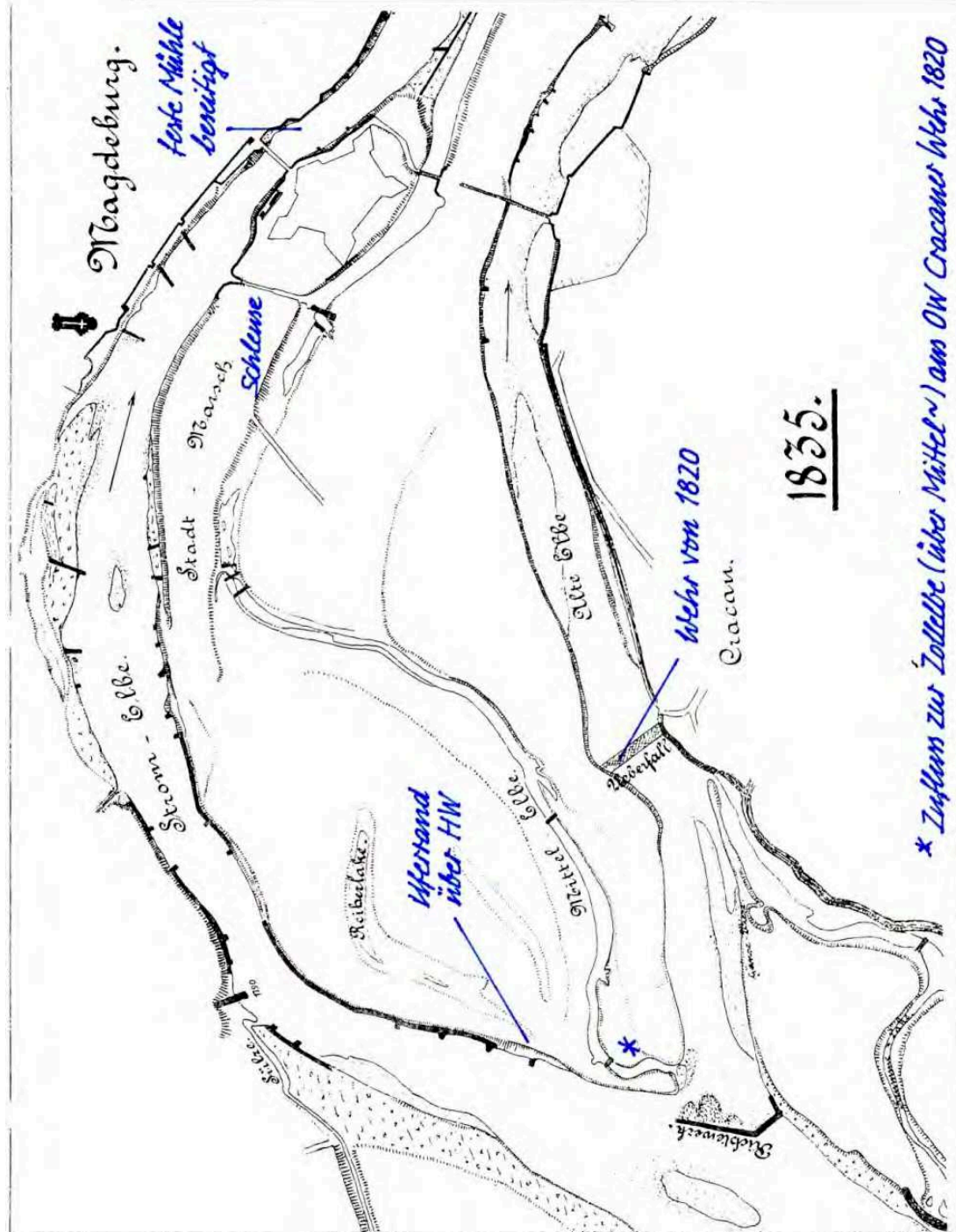


Abbildung 4: Elbe im Stadtgebiet Magdeburgs um 1835 (KEBV 1896, Sammlung H. Faist)

trat eine erhebliche Verwilderung des Stromes ein. Der größte Theil der Wassermassen des ungetheilten Elbstromes ergoss sich in die Thurmschanzenelbe (Alte Elbe) ... Die Versandung der Mittel-elbe (= Zollelbe, Taube Elbe) machte weitere Fortschritte, und die Stromelbe versandete derart, dass ... die Schleuse (zwischen Stromelbe u. Zollelbe oberhalb der Zitadelle) nur noch bei Wasserständen über Mittelwasserhöhe benutzt werden konnte.“



Abbildung 5: Cracauer Wehr (Zustand nach Umbau 1968/69) [Foto: Vietinghoff, 2014]

Der Wiederaufbau des gesprengten Dammes als vierte Wehranlage, das ‚Prestersche Richtewerk‘, wurde erst zwischen 1816 und 1817 durchgeführt. Unter Nutzung der Ruinen des alten Wehres, wurde eine neue Überlaufkrone mit 372 m Länge und 5,50 m Breite errichtet. Die Kronenhöhe war wahrscheinlich identisch mit der Vorherigen, bei 340 cm bezogen auf den Pegel Magdeburg-Strombrücke. Genaue Angaben zur Kronenhöhe lagen nicht vor. Dieses Richtewerk diente als Schutzbauwerk, um ein neues, das Cracauer Wehr, zu errichten. Das namentlich erste Cracauer Wehr war das fünfte Bauwerk in diesem Bereich der Elbe. Es wurde 1819 und 1820 gebaut und befand sich an dem Standort des heutigen Wehres, bei Elbe-km 322,8. Seine Überfalllänge betrug bei Mittelwasser 180 m und bei Ausuferung der Elbe 222 m. Die Breite des Überfalls betrug rund 15 m. Deren Höhe lag nach Fertigstellung bei 300 cm am heutigen Pegel Magdeburg.

1842 setzte sich das Wehr sehr stark. Die daraus resultierende neue Überfallhöhe lag bei 230 cm. In Folge weiterer Sackungen des Wehres bei Hochwasserereignissen, musste das Cracauer

Wehr 1867 bis 1868 neu gebaut werden. Dies war das zweite Cracauer Wehr und damit die insgesamt sechste Variation des Bauwerkes in diesem Bereich. Die neue Krone hatte eine Länge von 126 m, bei Ausuferungen 228 m und eine Breite von 2,50 m. Die Höhe der Krone wird erstmals mit 42,63 m NN (altes System) angegeben, das entspricht 163 cm am Pegel Magdeburg-Strombrücke. In Folge des Wasserspiegelabfalls durch den Rückbau der Zitadelle 1877 änderte sich die o.g. Bezugshöhe auf 178 cm. 1875 wurde, ähnlich der ersten Ausführung des Wehres an der Elbe, eine Niedrigwasserrinne von 6,50 m Breite und 47 cm Tiefe eingebaut. Die heutige Form erhielt das Wehr 1968/69 durch eine Erhöhung um 50 cm.

3.3 Das Pretziener Wehr

Eine natürliche Umflut bestand östlich von Magdeburg in Gestalt eines alten Elbearms mit Abzweigung aus der Elbe unterhalb von Barby (Abb. 1). Zur Regulierung dieses Bypasses wurde von 1870 bis 1875 das Wehr Pretzien errichtet. Anlass waren nicht zuletzt die katastrophalen Hochwässer in den Jahren 1845, 1862 und 1865, deren Ursache *Rust* und *Wurffbain* in der „Denkschrift in der sogenannten Elbenauer Deichregulierungssache“ zum Teil in der mangelnden Vorflut durch die Einengung des Elbstroms sahen (BAUER 1970; O.V. 1865).

Konstruktiv ähnelt es den damaligen Wehren in der Seine unterhalb von Paris. Die Bauform dieses Wehres ist durch bewegliche Zwischenstände (sog. Losdrempe) gekennzeichnet, die die neun Hauptöffnungen des Wehres jeweils in wiederum neun schmale Öffnungen unterteilen. Bei Hochwasser oder Eisgang können die Losdrempe nach oben geklappt werden, um die gesamte Breite der Hauptöffnungen zu nutzen. Eine feste Wehrschwelle befindet sich auf 2,51 m am Wehrpegel.

Der Umflutkanal wurde 1869 bis 1882 mit Leitdeichen im Abstand von 470 m ausgeführt, die eine Kronenhöhe von 690 cm bezogen auf den Pegel Magdeburg-Strombrücke (heute 790 cm) aufweisen. Diese Umflutniederung ist 27 km lang. Mit Inbetriebnahme des Wehres Pretzien 1875 wurden bei Hochwasser (Wasserstand von Wehroberpegel = 500 cm) Teile des Abflusses gesteuert über den Umflutkanal abgeleitet. Durch das Fließverhalten der Hochwasserwellen in der 26 km langen Stromstrecke von der Abzweigung der Dornburger Alten Elbe bis zum Pegel Magdeburg ist ein Bezug der umgeleiteten Anteile des Hochwasserabflusses auf den Pegel Magdeburg nur eingeschränkt möglich.

Da die Schützentafeln im März 1876 durch Treibeis nicht zu öffnen und in Folge die Anlage durch ein Hochwasser schwer beschädigt waren, wurde daraufhin beschlossen, das Wehr von November bis April generell offen zu halten. 1878 wurde ein Höchststau von 400 cm (November bis April) und von 550 cm (Mai bis Oktober) beschlossen, 1881 schließlich ein ganzjähriger Höchststau von 550 cm (BAUER 1970, siehe auch Abschnitt 5.6). Es wird davon ausgegangen, dass bereits vor Inbetriebnahme des Wehres Pretzien Teile des Abflusses auch bei Niedrig- und Mittelwasser über den alten Elblauf ungesteuert abfließen. Mit Fertigstellung des Wehres Pretzien wurde daher die Niedrig- und Mittelwasserführung in der Magdeburger Stromelbe erhöht (SIMON 2010). Unklar bleibt angesichts der ursprünglichen Betriebsweise

Hermann Wurffbain (1805-1889), war ein preußischer Wasserbauingenieur. Als Geheimer Regierungs- und Baurat wirkte er an vielen Meliorations- und Regulierungsprojekten mit, u.a. in Thüringen und Westfalen. Er erstellte den ersten Entwurf für das Pretziener Wehr. Wurffbain ist Ehrenbürger von Arnstadt.

des Wehres Pretzien von 1876 bis 1878 die Bedeutung des Abflusses bei Hochwasser aus der Dornburger Niederung im Nebenschluss zum Sperrbauwerk und der Abflussanteil am Wehr bei geringeren als Hochwasserabflüssen (MATHIES 1884).

Tabelle 1: Öffnung des Wehres Pretzien im betrachteten Zeitraum

Jahr	Öffnung (Anzahl)	Öffnung (d)	Monat(e)	Scheitel Wasserstand (cm)¹ Barby (Elbe km 293,44)
1876	1	7	Februar	703
1879	1	4	November	[548]
1880	2	7	Januar	[592]
			Oktober	
1881	1	8	Januar	[696]
1888	1	21	März bis April	662
1889	1	15	März bis April	[589]
1890	2	11	Dezember	652

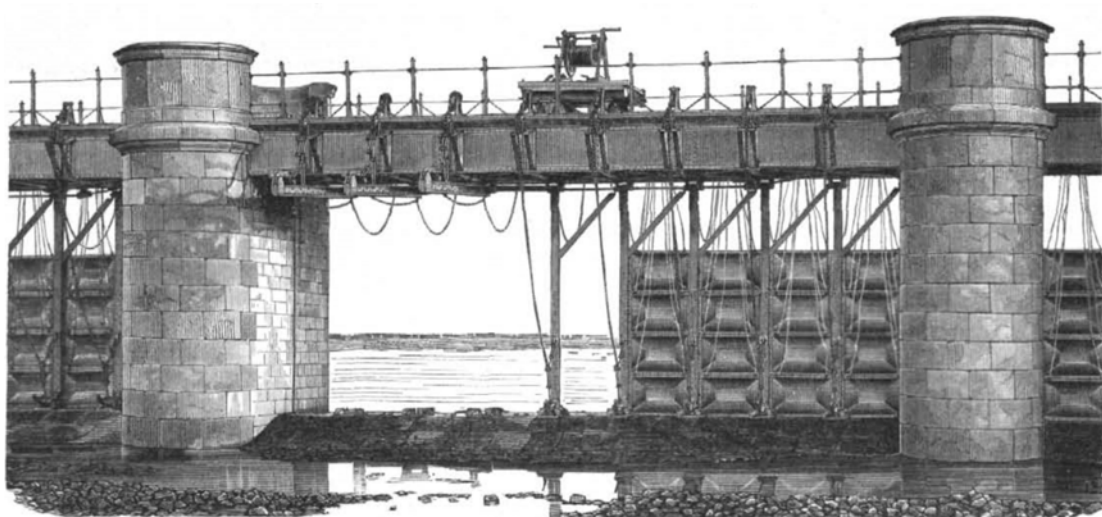


Abbildung 6: Pretziener Wehr (Darstellung aus *Centralblatt der Bauverwaltung* [MATHIES 1884])

3.4 Die Strombrücken

Erste Brücken über die Stromelbe gab es vermutlich seit dem 13. Jahrhundert. WOLTER (1845, S. 131) erwähnt häufige Einstürze der Pfeiler im 15. Jahrhundert, so in den Jahren 1422 und 1428. Während dieser Zeit wurde auch die erste Brücke über die Alte Elbe gebaut. Die ursprüngliche Strombrücke existiert seit 1450. Sie war „aus zwei massiven Bogen und vier hölzernen Joch-Öffnungen zusammengesetzt“ (F. W. LEHMANN 1839), wobei sich die steinernen Bögen

¹in Klammern: Angaben mit erhöhten Unsicherheiten

auf der Altstadtseite und die drei hölzernen Pfeiler auf der östlichen Seite befanden. Ein ursprünglich vorhandener steinerner Pfeiler auf der Seite der Zitadelle stürzte laut BERGHAEUER (1800) am 24. März 1709 teilweise ein und wurde danach abgerissen. Von 1859 bis 1862 wurde auf Höhe der ehemaligen Rathsmühle eine neue Strombrücke errichtet (Abb. 7). Diese bestand bis zum 16. April 1945, als sie von der sich zurückziehenden Wehrmacht zerstört wurde. Die heutige Neue Strombrücke wurde 1965 fertiggestellt.



Abbildung 7: Strombrücke von 1863. Im Hintergrund die alte Strombrücke von 1450. (aus: REICHMANN 1937)

3.5 Die Mühlen

Die Wasserkraft der Elbe wurde seit langer Zeit durch Mühlen genutzt. Da die Größe des Stroms die Anlage eines Mühlenstaus erschwerte, kamen neben Wassermühlen viele Schiffsmühlen zum Einsatz. Zur Zeit der Reformation lag ihre Zahl auf der gesamten Elbe bei über 500 (UHLEMANN 2002). Die erste erwähnte Magdeburger Mühle ist nach ASMUS & WILLE (1999, S. 300) die erzstiftische Mühle, welche sich am Domfelsen befand. Sie wurde später durch eine Mühle am Welschen Turm ersetzt, ihre Ruine bestand bis 1432 (ULLRICH 2003, S. 124). Bei diesen Mühlen handelte es sich jedoch um Rossmühlen.

Unterhalb der damaligen Strombrücke (oberhalb der Strombrücke von 1450) wurde schließlich 1373 eine Wassermühle errichtet (MAENSS 1904). Diese Mühle müsste die auf dem Kupferstich von Merian (Abb. 10) abgebildete Wassermühle sein; gleiches vermutet ULLRICH (2003). Das entspricht auch der Situation, die sich dem Kupferstich Magdeburgs entnehmen lässt, den Franz Hogenberg 1572 in der *Civitates Orbis Terrarum* herausgegeben hat (Abb. 9).

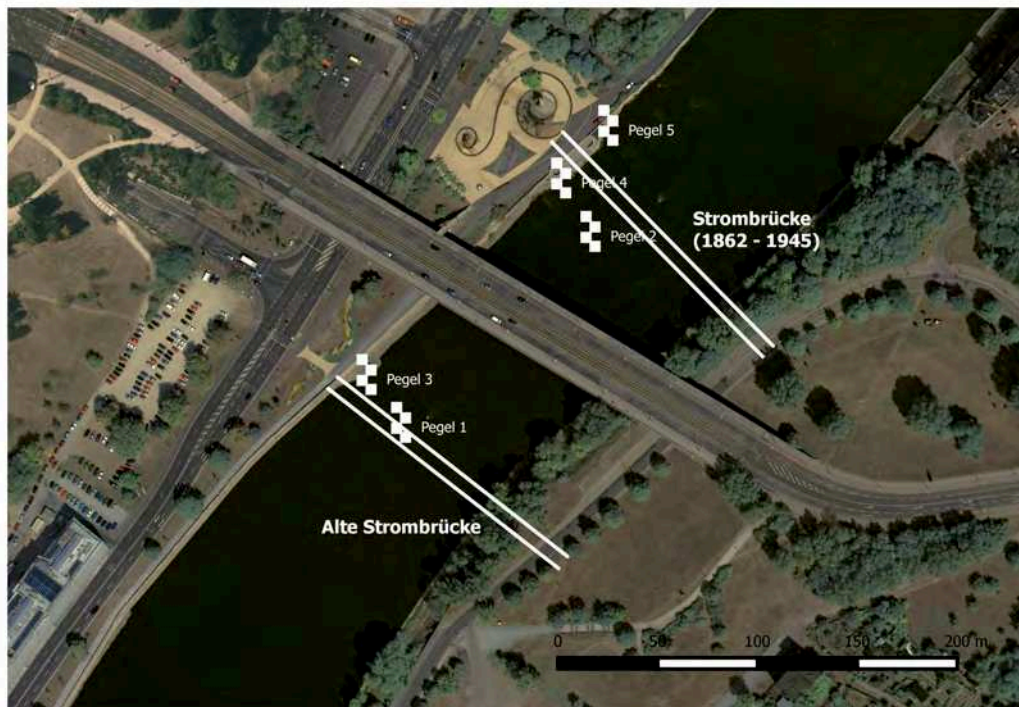


Abbildung 8: Lage der Strombrücken und Pegel (eigene Darstellung. Luftbild: Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes)

Dort sind zwei Schiffsmühlen unterhalb der Strombrücke sowie ein der Elbe zugewandtes Gebäude zwischen Strombrücke und Stadtmauer zu erkennen. Es handelte sich dabei wahrscheinlich um die sogenannte Hausmühle, die 1425 neben der in diesem Jahr verankerten ersten Schiffsmühle (ASMUS & WILLE 1999) eine von zwei Ratsmühlen darstellte, in denen das für die Altstadt bestimmte Malz gemahlen wurde (HEINECCIUS 1785).

Mit dem Bau der Schiffsmühlen wurde anfangs der Baumeister Peter von Preußen beauftragt (WOLTER 1845). Ihre Zahl nahm rasch zu, so dass sie in den folgenden Jahrhunderten die Abflussverhältnisse in der Stromelbe beeinflussten (siehe Abb. 17). BAUMGART (1587) erwähnt den Bau einer Wassermühle: „Anno 1544. Montags nach Trium Regum, hat mann auf der Elbe beym Gral / die Pfele zu der newen Mühle gestossen / und ist die Mühle Dienstags nach Esto mihi fertig wurden.“ Der genannte Ort lag wahrscheinlich bei der damals Gralwerder genannten früheren Insel Kommandantenwerder (vgl. JANICKE 1865, S. 24), siehe Abb. 3). Diese Mühle befand sich also wahrscheinlich an der Zollelbe oder an der Alten Elbe.

Eine dritte Ratsmühle in der Stromelbe wurde 1698 gebaut (ABEL 1735), die sogenannte Landfeste Mühle, „zwischen Brücke und Packhof [...] inselartig in die Elbe hinein“ (MAENSS 1904). Sie war 102 Fuß lang und 57 Fuß breit (BERGHAUER 1800) und bestand bis 1820, während die Hausmühle schon 1740 aufgegeben wurde (ULLRICH 2003). Um die Strömung an der Landfesten Mühle zu verstärken, war die Stromelbe schon oberhalb der Strombrücke durch einen Trenndamm unterteilt, den sogenannten Mühlendamm. Dieser ähnelte einem

breitkronigen Steinkistenwehr und führte den sechs unterschlächtigen Wasserrädern einen Teilabfluss der Stromelbe zu. Eine Beschreibung findet sich bei SILBERSCHLAG (1786):

„Ein Beyspiel zeigt sich bey der Rathsmühle in Magdeburg. Diese Mühle, und die ihr zur Seiten angelegte Wasserkunst würden von einem sehr matten Triebwasser bedienet werden, hätte sich die Vorsorge der Baumeister nicht auf das Mittel besonnen, durch einen ziemlich weit gegen den Strom hinaufgeführten Krippendamm das Wasser aufzufangen, zum Aufschwellen zu nöthigen und alsdenn mit einem Sturzfalle in die Räder hinein rauschen zu lassen. Erlaubten es die übrigen Umstände, diesen Damm zu verlängern und zu erweitern, so würde nicht nur ungleich mehr Wasser nach der Mühle fließen, sondern es dürfte sich auch der schnelle Absturz unter der Brücke vermindern ...“

Es liegen mehrere kartografische Darstellungen vor, in denen der Mühlendamm dargestellt ist. FAIST (2010) verwendete zur Ableitung seiner Maße eine Karte von LEHMANN (1806). Daneben ist er in einer Karte von HINCKE (1809), in der in RATHMANN (1803) enthaltenen Karte von Hirschmann sowie im Grundriss Magdeburgs aus BERGHAUER (1800) zu erkennen. Unter der Annahme, dass die Länge des Mühlendamms im Verhältnis zu den anderen Objekten genauer abzulesen ist als anhand des jeweiligen Kartenmaßstabs selbst, wurden die historischen Karten anhand markanter Punkte georeferenziert. Die daraus abgeleiteten Größen sind in Tabelle 2 dargestellt. In der Karte von SEUTTER (1750) fehlen sowohl die Landfeste Mühle als auch der Mühlendamm. SANDLER (1895) folgert aus dem Fakt, dass Seutter auf diesem Stich nicht als *Sacrae Caesareae Maiestatis Geographus* („Kaiserlicher Geograph“) bezeichnet wird, dass die Karte vor 1731 entstanden sei. Außerdem ist zu bedenken, dass sich die in Seutters Verlag entstandenen Karten häufig an ältere Werke orientierten und keine Originalwerke waren. Daher ist vorstellbar, dass als Vorlage eine unbekannte Karte diente, die vor 1698 angefertigt wurde. In einer auf 1737 datierten handgezeichneten Karte (ohne Abb.) ist die Landfeste Mühle eingezeichnet, der Mühlendamm jedoch nicht. Es ist denkbar, dass der Kartograph zu einem Zeitpunkt vor Ort war, als der Damm überspült war und er daher nicht als markant erachtet wurde. In VULPIUS (1702) ist schließlich belegt, dass der Mühlendamm zusammen mit der Landfesten Mühle errichtet wurde:

„Über die vielen Schiff-Mühlen/ welche mehrentheils privat-Personen zustehen/ hat auch C. C. Rath oberhalb der innern Elb-Brücken eine feine Mühle mit unterschiedlichen Gängen/von der es aber numehro heisset: lumen majus obfuscatur minus: Ein kleines Licht sieht dunkel aus / wenn eine Fackel kommt ins Haus. Denn vor weniger Zeit eine sehr herrliche und kostbare Mühle unterhalb der Elbe Brücken angeleget worden / dergleichen man weit und breit nicht finden wird. Das Fundament ist nach eingestossenen vielen grossen Pfälen recht in den Elb-Strom geleget / auch ein langer Damm auf dergleichen Art / das Wasser zu zwingen / in den Strom gebauet worden. Die Mühle selbst bekommt zwölf Gänge / davon die Helffte in diesem 1699sten Jahr schon gangbar ist. Die andere wird auch bald zum Stande kommen / sintemahl der Cämmerer Herr Friderich Krüger / welcher den Grund-Stein Anno 1698 den II. Octobr. zu diesem sehr nützlichen Gebäude

geleget / höchsten Fleiß anwenden / selbiges ehistes zur perfection zu bringen. Die Wellen und Räder können mit grossen starcken Ketten / so sich daran befinden / in die Höhe gezogen und niedergelassen werden / nachdem das Wasser fället oder steigt. Es wird dieser Bau von vielen Einheimischen und Fremden zugleich mit nicht geringer Verwunderung beschauet.“

ULLRICH (2003, S.127) zeigt einen Ausschnitt aus einem auf 1788 datierten Stich, der den Mühlendamm darstellt (Abb. 12). Die vom Mühlenstrom umflossene Landfeste Mühle ist dort nicht abgebildet, sondern lediglich ein Gebäude mit drei Wasserrädern am Ufer. Ullrich vermutet daher, dass es sich bei der Wasserkunst um die 1698 errichtete Mühle handeln könnte und diese erst später in die Mitte des Stroms verlegt wurde, wobei das ursprüngliche Gebäude zur Wasserkunst umfunktioniert worden wäre. Dem widerspricht aber unter anderem, dass VULPIUS (1702) neben dem oben wiedergegebenen Bericht über die Errichtung der Mühle auf S. 125 ebenfalls den Bau der Wasserkunst erwähnt:

„Anitzo wird an der Elbe eine neue Wasserkunst gebauet / die sehr künstlich angeleget / und wann sie fertig / der Stadt großen Nutzen bringen wird / sintemahln das Elbwasser bißhero in grossen Kuffen / mit nicht geringen Kosten zum Brauen hat müssen angefahren / und sonst in die Küchen eingetragen werden / weil das Brunnen-Wasser sehr salpetrisch ist.“

Als Vorlage für den Kupferstich diente offensichtlich ein fast identisches Panorama, das die Karte Magdeburgs von Matthäus Seutter schmückt (Abb. 11). Die Stadtansichten stellen daher wahrscheinlich eine Situation von vor 1731 dar. Betrachtet man jeweils den Ausschnitt am Mühlengerinne im Detail, sieht man, dass in der von ULLRICH (2003) wiedergegebenen Darstellung die Wasserräder an einem „Anbau“ an dem sich am Ufer befindenden Gebäude angebracht sind. In der Darstellung von SEUTTER (1750) ist dieser „Anbau“ in Richtung des Wassers versetzt, der Strom scheint den Anbau zu umfließen. Auch ist die hintere Uferlinie links von der Wassermühle im Vergleich zur rechten Seite deutlich nach hinten versetzt, was der auf den Karten erkennbaren Ausbuchtung entspricht. Bei der Abbildung in ULLRICH (2003) dagegen befindet sich das Ufer auf einer Linie. Es ist daher anzunehmen, dass in dem Panorama bei SEUTTER (1750) tatsächlich die Landfeste Mühle in der Mitte des Mühlengerinnes dargestellt ist, während das andere Panorama eine ungenaue Kopie des ersteren darstellt.

Tabelle 2: Abgeleitete Geometrien der Stromelbe am Mühlendamm

	Berghauer	Hirschmann	Lehmann	Hincke
Länge Mühlendamm	280 m	280 m	250 m	230 m
Breite Mühlendamm	10 m	10 m	8 m	6 m
Gesamtbreite der Stromelbe	94 m	83 m	90 m	70 m
Breite des Mühlenkanals	28 m	23 m	28 m	25 m
Breite der restl. Stromelbe	56 m	50 m	54 m	39 m



Franz
Hogenberg
(1535-1590) war
ein
Kupferstecher
und Radierer.
Berühmt ist er
für das 1572
erschienene
Werk *Civitates
Orbis Terrarum*.

Abbildung 9: Kupferstich Magdeburgs von Franz Hogenberg (1572, Ausschnitt)

3.6 Weitere bauliche Veränderungen

Der Bau der Magdeburger Zitadelle auf der Insel gegenüber der Altstadt begann 1688 (MAI 2004). Die 1702 fertiggestellte Festungsanlage engte die Stromelbe unterhalb der Strombrücke deutlich ein. Zwischen 1860 und 1870 wurden die Befestigungsanlagen zurückgenommen, so dass im Zeitraum 1876–1878 die Ufermauer in diesem Bereich um ca. 30 bis 32 m zurückgebaut und die Stromelbe entsprechend verbreitert werden konnte (FAIST 1968). Von 1874 bis 1878 wurden auch die Felsbänke im Bereich ober- und unterhalb der neuen Strombrücke abgetragen, so dass sich markante Veränderungen der Querschnitte und des Gefälles ergaben. Eine Kammerschleuse oberhalb der Zitadelle ermöglichte der Schifffahrt, von der Stromelbe auf die Zollelbe zu wechseln und somit den Bereich der Verengung und die Schiffsmühlen zu umfahren. SIMON (2010) geht allerdings davon aus, dass die Schleuse und ihr Betrieb keinen nennenswerten Einfluss auf die Wasserstände am Pegel Magdeburg-Strombrücke hatten.

Matthäus
Merian
(1593-1650),
war ein
Kupferstecher
und Verleger.
Als Hauptwerk
gilt die
*Topographia
Germaniae*.

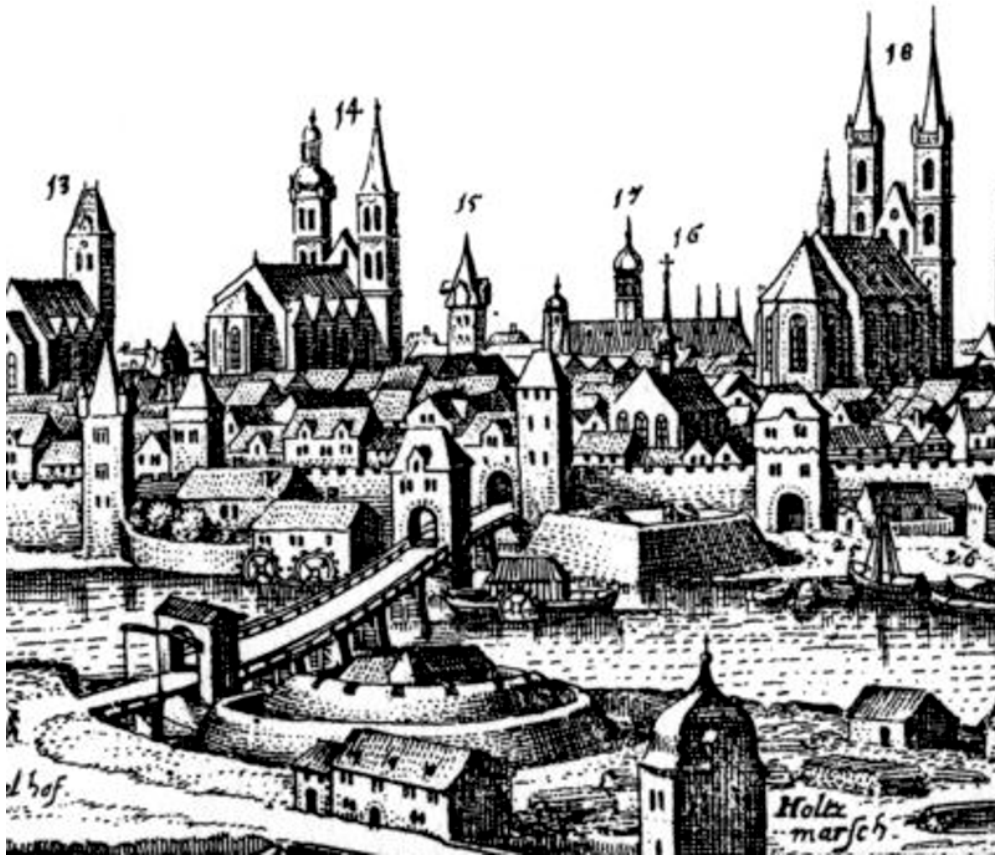


Abbildung 10: Kupferstich Magdeburgs von Merian (vor 1626, Ausschnitt)

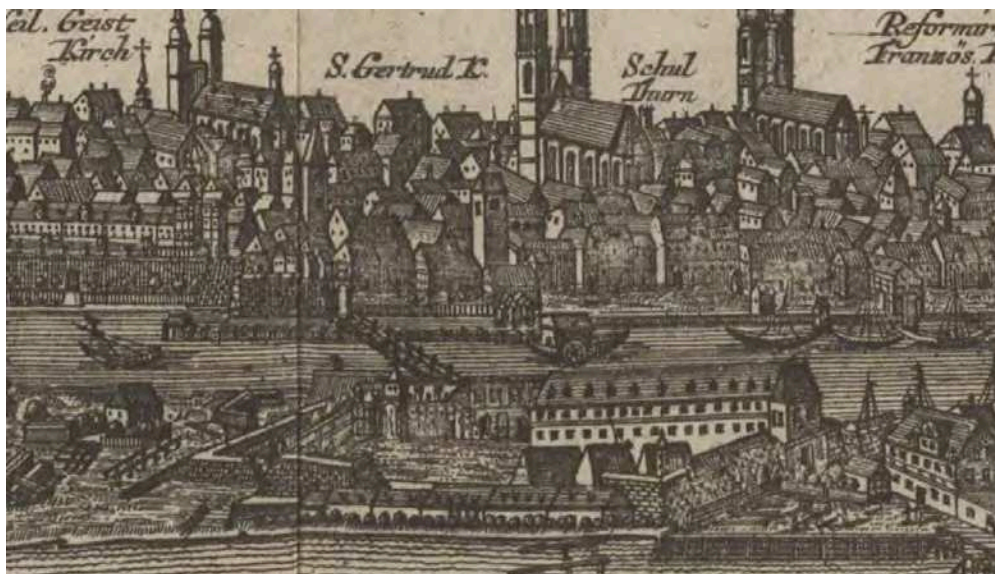


Abbildung 11: Kupferstich Magdeburgs von Matthäus Seutter (wahrsch. vor 1731, Ausschnitt)



Abbildung 12: Kupferstich Magdeburgs, 1788, basierend auf Seutters Panorama



Abbildung 13: Stadtplan Magdeburgs, vor 1731 (Seutter, Ausschnitt, entzerrt)

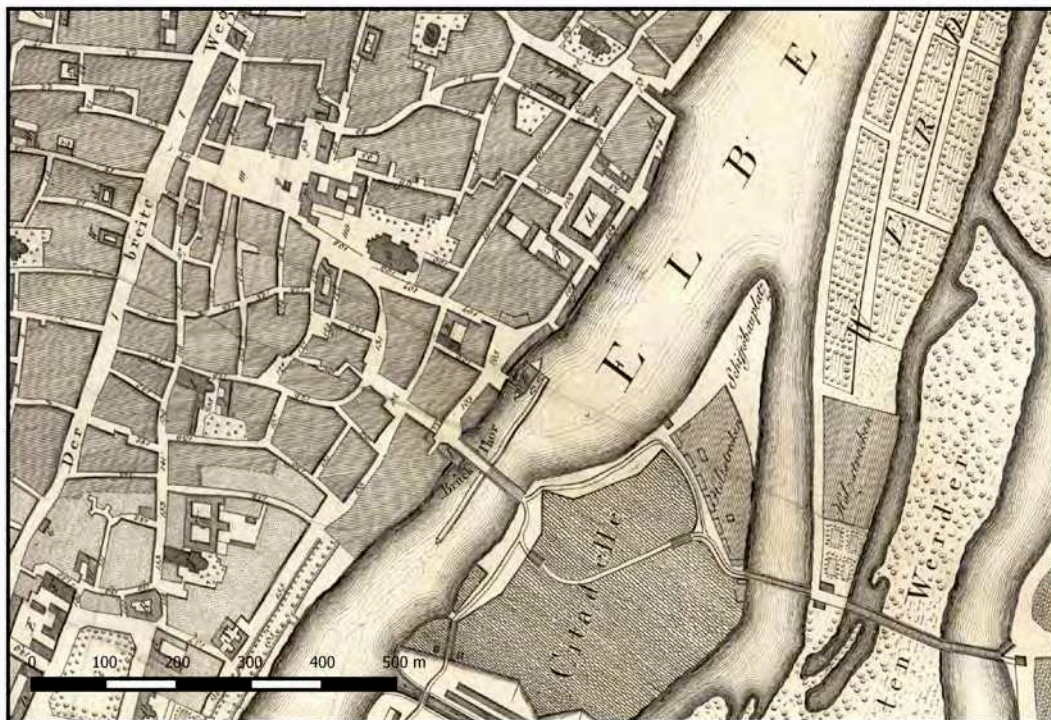


Abbildung 14: Karte von 1799 (BERGHAUER 1800, Ausschnitt, entzerrt)



Abbildung 15: Karte von 1803 (RATHMANN 1803, Ausschnitt, entzerrt). Hintergrund: Luftbild Elbe (Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes)

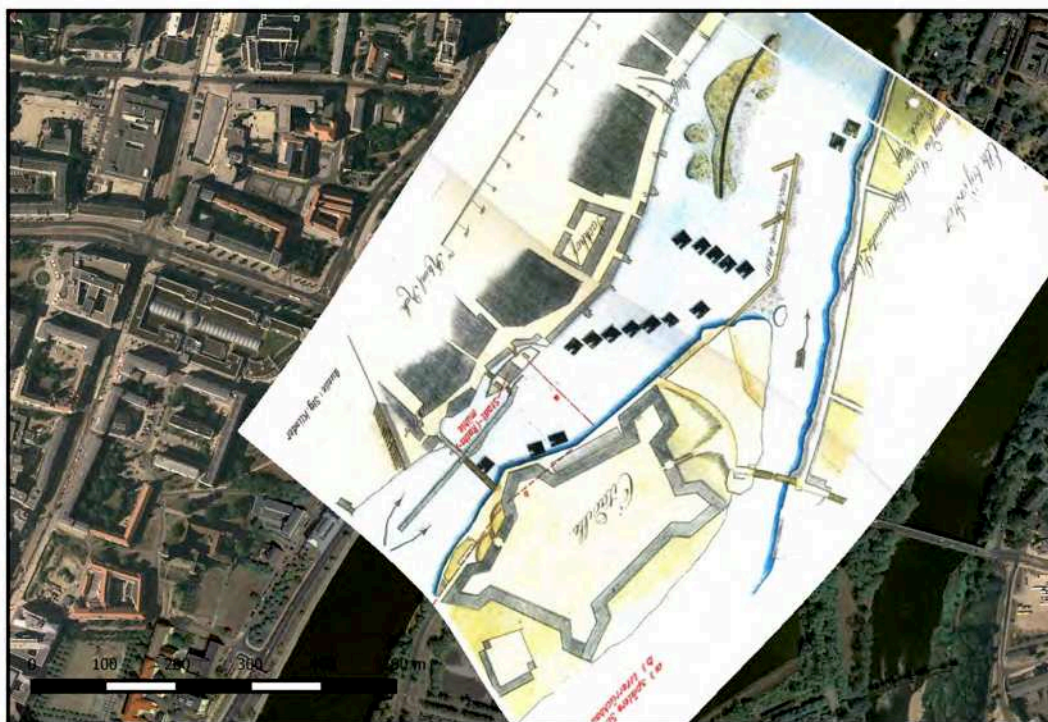


Abbildung 16: Karte von 1806 (LEHMANN 1806, Sammlung Faist, entzerrt). Hintergrund: Luftbild Elbe (Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes)

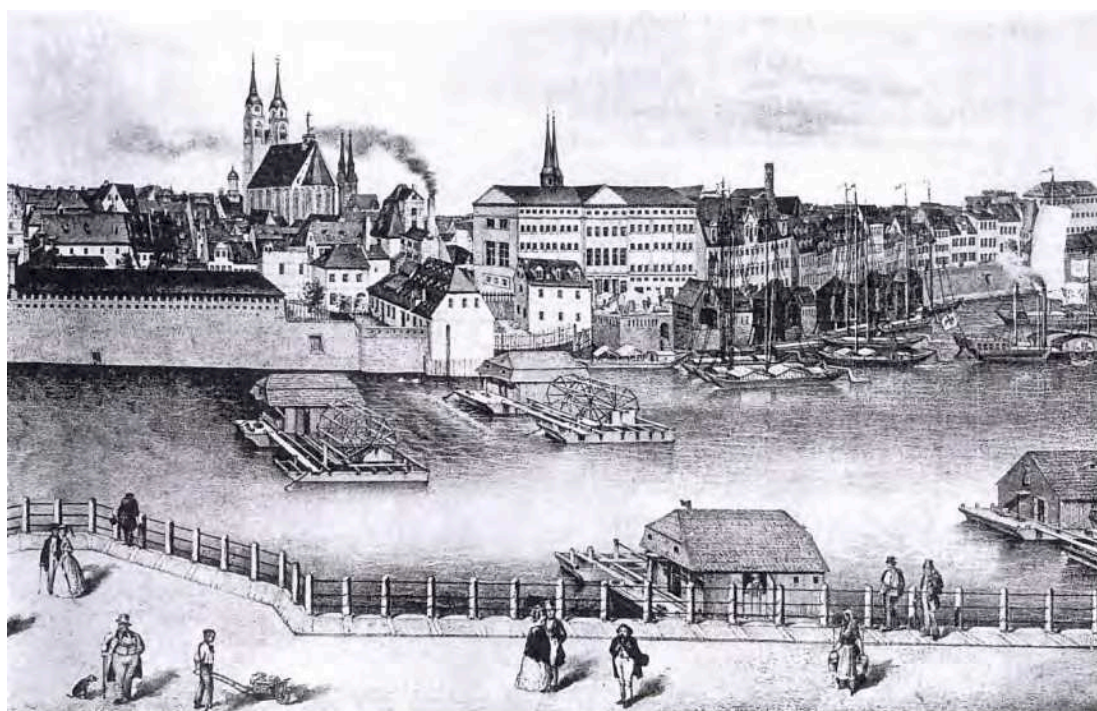


Abbildung 17: Neuer und alter Packhof, Schiffsmühlen, Katzenbuckeldeckkräne – Ausschnitt aus einem alten Stich (aus: REICHMANN 1937)

4 Die Pegel an der Strombrücke

Der erste Pegel war an einem Pfeiler der alten Strombrücke angebracht. Vermutlich wurde beim Hochwasser vom 12. Februar 1655 eine Markierung des Höchststandes angebracht, die später als Maximum der Pegelskala mit 25 Pegelmarkierungen diente. Nach HOFFMANN (1850, S. 386) wurden die Pegelmarkierungen im Jahr 1728 eingehauen, nach dieser Quelle begannen die Aufzeichnungen des Wasserstandes in diesem außerordentlich trockenen Jahr. Tatsächlich erfolgten tägliche Wasserstandsaufzeichnungen jedoch schon seit April 1727 durch das Fähramt, das auch für den Unterhalt der Brücken zuständig war (HEINECCIUS 1785) und seinen Sitz im 1669 dicht an der Strombrücke erbauten Fähramtsgebäude hatte (HOFFMANN 1850, S. 303). Der senkrechte Pegel bestand aus 25 mit weißer Ölfarbe grundierten Markierungen, die jeweils eine Höhe von „11,5 Fuß oder = 5,25 Zoll preuß. Maß“ hatten (F. W. LEHMANN 1842).

Für den Zeitraum von 1628–1808 existierten 313 Akten umfassende Aufzeichnungen des Fähramtes. Diese gelten als verloren gegangen. (BUCHHOLZ et al. 2002)

Die nachfolgende Pegelanlage (Pegel 2) wurde 1816 an der Position der ehemaligen Ratsmühle linksseitig unterhalb der Strombrücke (km 326,60) errichtet. Der Pegel wurde nur vier Jahre bis zum Abriss der Ratsmühle 1820 beobachtet (SIMON 2010). Der Pegelnullpunkt lag bei 41,12 m ü. NN (altes System), damit rund 220 cm unter dem von Pegel 1. Für die Umrechnung auf den heutigen Pegel sind 105 m zu addieren.

Pegel 3 wurde 1820 rund 11 m unterhalb der Strombrücke am heutigen km 326,47 errichtet. Während SIMON (2010) angibt, der Pegel habe sich am rechten Ufer befunden, ist bei F. W. LEHMANN (1842) zu lesen, der Pegel liege „am Citadellen-Elb-Rat, drei Ruten unterhalb unserer Strombrücke, ebenfalls westlich“. Es wird daher davon ausgegangen, dass sich auch dieser Pegel auf der linken Uferseite befand. Sein Pegelnullpunkt lag ebenfalls bei 41,12 m ü. NN (altes System).

Als „altes System“ wird in der Geodäsie das 1879 in Preußen eingeführte einheitliche Höhenbezugs-system bezeichnet (Amsterdamer Pegel). Ab 1912 erfolgte der Übergang zum „neuen System“ mit Schwerekorrektur.

Pegel 4 wurde 1862 150 m unterhalb der alten Strombrücke, beim heutigen km 326,61, am linken Landpfeiler, der 1859–1862 errichteten neuen Strombrücke, angebracht und löste damit den Pegel 3 ab. Sein Pegelnullpunkt lag bei 40,87 m ü. NN altes System. Ab dem 1. Januar 1864 wurde der amtlich veröffentlichte Wasserstand nur noch an diesem Pegel abgelesen (KÖNIGLICHE REGIERUNG ZU MAGDEBURG (1863). In Bezug auf den heutigen Pegel sind 100 cm zur Ablesung hinzuzurechnen.

Pegel 4 wurde nach dem hier betrachteten Zeitraum 1896 durch den bis heute genutzten Pegel 5 am km 326,64 abgelöst. Weitere +5 cm sind in der Umrechnung des amtlichen Höhenbezuges, Normalnull altes auf neues System, zu berücksichtigen.

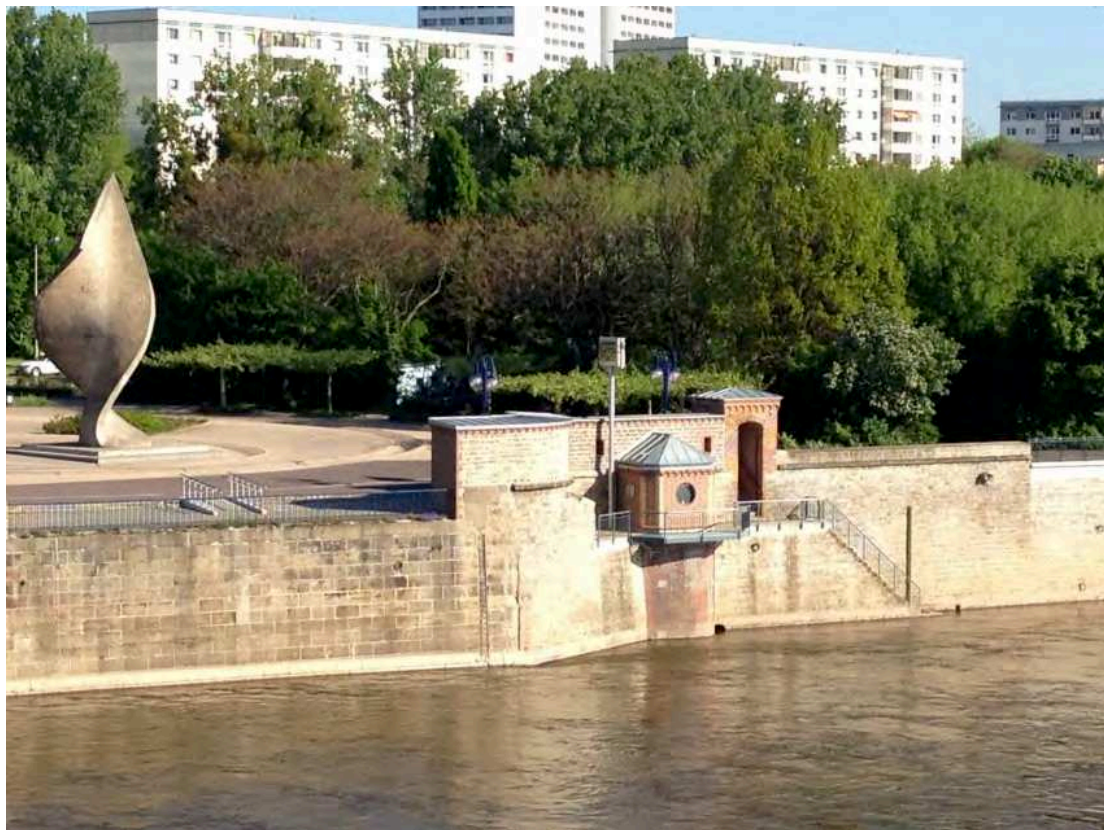


Abbildung 18: Pegel Magdeburg-Strombrücke [Foto: Pohl 2013]

5 Methoden

5.1 Vervollständigung der Wasserstandszeitreihe

Handschriftliche Aufzeichnungen der Wasserstände am Pegel Magdeburg-Strombrücke liegen für den betrachteten Zeitraum ab dem 17.04.1727 mit einer größeren Lücke von 1809–1816 vor. Es ist davon auszugehen, dass es sich hierbei um tägliche Terminablesungen, wahrscheinlich um 7:00 Uhr morgens ausgeführt, handelt (SIMON 2010). Für die Jahre 1809–1816 existieren Ganglinien, die von BERGHAUS (1852) veröffentlicht wurden. Das gesamte dort dargestellte Ganglinienkollektiv umfasst die Jahre 1731–1830 (vgl. Abb. 19). Die Zeitachse von Januar bis Dezember eines Jahres hat dort allerdings die Länge von lediglich 3,6 cm, so dass eine genaue Ablesung schwierig und mit kleinen Unschärfen behaftet ist.

Es wird davon ausgegangen, dass die Ganglinien im Berghaus'schen Atlas großformatig aufgezeichnet und dann auf mechanischem Wege auf die genannte Größe verkleinert wurden. Die so entstandene Vorlage konnte dann (spiegelverkehrt) auf einem Druckstock gestochen werden. Bei diesem Vorgehen entstehen auf jeden Fall Verzerrungen. Durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde wurde die Datenseite „Ganglinien 1781–1830“ gescannt. Die interessierenden Jahre wurden nachfolgend einzeln herauskopiert, annähernd auf A4-Größe gebracht und digitalisierbare Ganglinien durch manuelles Durchpausen erzeugt. Dabei wurden gleichzeitig auch Punkte zur Skalierung festgelegt. Die durchgepauste Linie wurde nachfolgend erneut gescannt, wobei die Lage-Koordinaten sowie die Anfangs- und Endpunkte der zu digitalisierenden Graphen pixelgenau festzulegen waren, was schon wegen der Strichstärke der Linien in hinreichender Präzision kaum möglich und daher wiederum eine Unschärfequelle ist. Die Länge der x-Achse ist dann mit 365 bzw. 366 (Tagen) definiert, die y-Achse mit der Längeneinheit Preußischer Fuß (1 Preußischer Fuß = 0,3138535 m). Da jedem Pixel auf der x-Achse ein y-Wert zugeordnet wird, ergaben sich pro Graph etwa 4300 bis 4500 Wertepaare, die dann auf 365 bzw. 366 Werte ausgedünnt wurden. Die Wasserstände wurden in Zentimeter umgerechnet und anschließend auf ganzzahlige Werte gerundet.

Zur Beurteilung der Qualität der automatisierten Digitalisierung wurde zusätzlich zu den oben genannten Jahren noch das Hochwasserjahr 1785 bearbeitet, für das bereits tägliche Wasserstände vorlagen. Nach der Umrechnung von Preußischem Fuß in Zentimeter ergaben sich Abweichungen von bis zu 7 cm für das genannte Hochwasserereignis.

Es ist zu konstatieren, dass die Dynamik des Abflussgeschehens zwar richtig widerspiegelt wird, die so gewonnenen Wasserstände allerdings Ungenauigkeiten aufweisen, die nur schwer abzuschätzen sind. Im hydrologisch relevanten Umfeld von Magdeburg, der Elbestrecke zwischen Saale- und Havelmündung, sind für vergleichende Betrachtungen die Pegel Barby (ab 1841), Hämerten (ab 1873, als Vorgänger für Tangermünde) und Sandau (ab 1811) mit

ihren regelmäßigen Beobachtungen geeignet. Die Pegel in Schönebeck (ab 1878) und Tangermünde (1882) sowie die zusätzlichen Magdeburger Pegel Buckau (ab 1846), und Rothen-see (1925) werden noch heute beobachtet. Die beiden letztgenannten Pegel weisen allerdings Aufzeichnungslücken auf. Auf Veranlassung der Elbstrombauverwaltung Magdeburg wurden kurz nach deren Gründung am 01.04.1866 „Wassermengen-Messstellen“ eingerichtet. Aus diesen waren die Abflüsse im o.g. Elbeabschnitt abzuleiten. Seit 1870 wurden die Abflüsse für die Pegel Barby sowie Sandau aus den Wasserständen ermittelt. Ab 1874 erfolgte dies aus Messungen im Bezug zum Pegel Hämerten, später zum nahen Pegel Tangermünde. Messungen der Abflüsse in der Alten Elbe, der Zollelbe, zum Teil auch der Umfluten, wurden ab 1890 durchgeführt und auf die Wasserstände am Pegel Magdeburg-Strombrücke bezogen. 1890 und teilweise schon früher wurde zur Abflussmessung der Woltmanflügel verwendet. Damalige Vergleiche ergaben, dass vorherige Schwimmermessungen z.B. bei Barby (bei $Q < MQ$) um 1,05 % zu hoch und in Hämerten (bei HQ bis HHQ) um 5 bis 14 % zu hoch waren.

Reinhard Woltman
(1757–1837),
deutscher Was-
serbauingenieur.
Entwickelte um
1790 ein
Strömungsmessgerät
(Woltmanscher
Flügel).

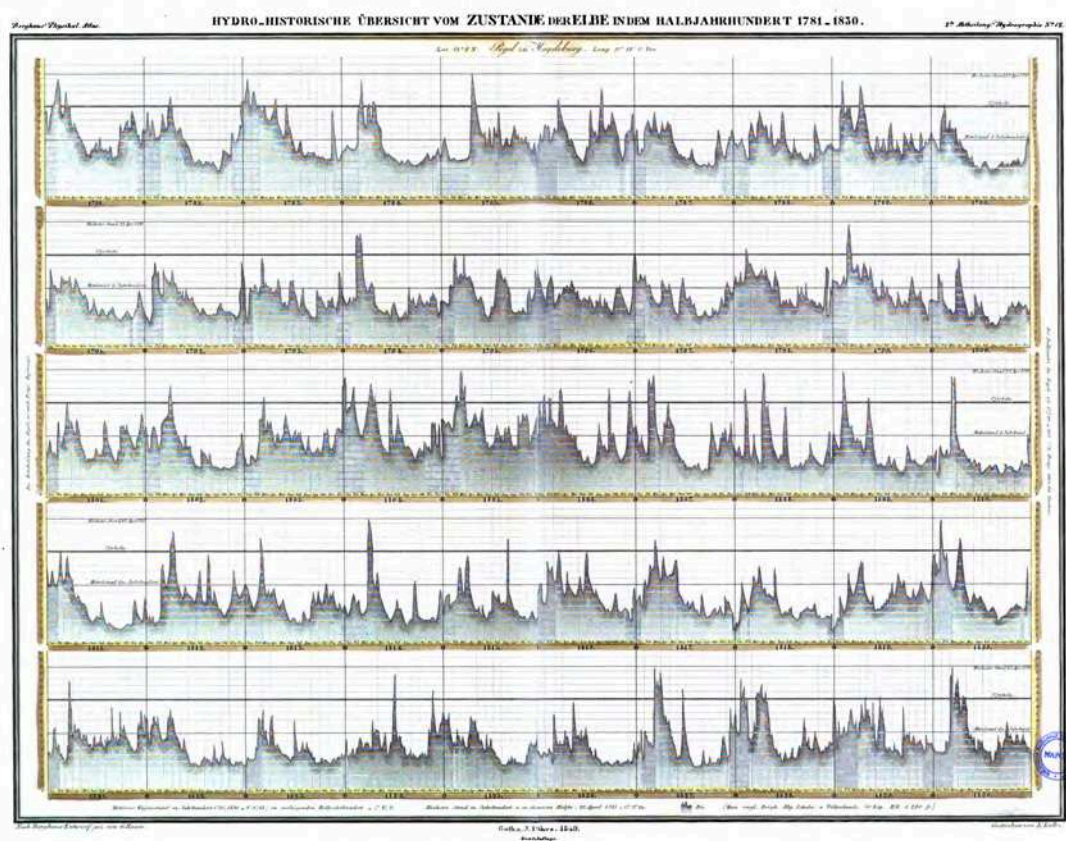


Abbildung 19: Zeitreihe der Wasserstandsmessungen am Pegel Strombrücke (aus: BERGHAUS 1852)

5.2 Rekonstruktion der Querprofile und Wehrgeometrien

Für die Rekonstruktion der Profil- und Gefälleverhältnisse in der Magdeburger Stromelbe, der Geometrien der Einlassbauwerke an den anderen Elbearmen und ihrer Höhenbezüge zum

Pegel Magdeburg-Strombrücke im betrachteten Zeitraum wurden von FAIST (1967, 1968) und für die vorliegende weitergehende Bearbeitung zahlreiche historische Quellen ausgewertet. Dies waren insbesondere Veröffentlichungen der Königlichen Elbstrombauverwaltung (KEBV) mit ersten Spiegelnivellements ab 1794 (KÖNIGLICHE ELBSTROMBAUVERWALTUNG MAGDEBURG 1898), der Elbstrom-Bauverwaltung (EBV), später Wasserstraßendirektion und -inspektion Magdeburg, Wasserstraßenaufsichtsamt der DDR (Archiv EBV Magdeburg), der Elbe-Stromschau-Commission (ELBE-STROMSCHAU-COMMISSION 1869), von Reichmann (REICHMANN 1937), in der Zeitschrift für Bauwesen, im Centralblatt der Bauverwaltung (MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN 1884) sowie Auszüge aus Archiven privater Sammlungen (jeweils vermerkt).

5.3 Ableitung der Wasserstands-Durchfluss-Beziehungen

Für den Zeitraum zwischen 1727 und 1870 wurden die Abflüsse der Stromelbe und teilweise auch der Zollelbe aus hydraulischen Berechnungen mit den rekonstruierten Durchflussflächen wie von FAIST (1968) abgeleitet. Dies war möglich, weil die Elbe in diesen Bereichen eine annähernd gleichbleibende Uferstruktur in Form von Ufermauern oder vergleichbar steilen Gewässerrändern aufwies. Diese Methodik ist für die Abflüsse der Alten Elbe sowie der Hochwasserumfluten nicht anwendbar. Das resultiert daraus, dass insbesondere vor 1835 in diesen Abschnitten keine regelmäßigen Gewässerbetten bestanden. Zusätzlich zu den sich stetig verändernden Breiten und Tiefen der Fließstrecken bildeten sich ständig wandernde Sedimentbänke und verflochtene Rinnsale. Gleichwohl sind die Abflüsse der Alten Elbe und der Umfluten aus den hydraulischen Leistungsfähigkeiten der Einlaufbauwerke und den Wasserständen bestimmbar. Für die Stromelbe und Zollelbe im freien Abfluss wurde die Fließformel nach BRAHMS & de CHEZY angewandt:

$$v = c\sqrt{R \cdot I}, \quad (5.1)$$

wobei c der Fließbeiwert nach Chezy (in $\text{m}^{1/2}/\text{s}$), R der hydraulische Radius (in m) und I das Energieliniengefälle sind. Der Durchfluss Q ergibt sich dann aus der Fließgeschwindigkeit v und dem Fließquerschnitt F :

$$Q = v \cdot F \quad (5.2)$$

Zur besseren Handhabbarkeit wurde der hydraulische Radius R durch den Quotienten aus dem Fließquerschnitt F und der Querschnittsbreite B angenähert, was bei Gewässerbreiten über 100 m und/oder bei Wassertiefen, die im Vergleich zur Gewässerbreite deutlich geringer ausfallen, als zulässig angesehen wird. Des Weiteren wurden stationäre Fließverhältnisse vorausgesetzt, so dass das Energieliniengefälle dem Wasserspiegel- oder Sohlgefälle gleichgesetzt werden kann. Für die Alte Elbe und die Umfluten mit Wehrbauwerken in den Einläufen wurde die Überfallformel nach POLENI angewandt:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad (5.3)$$

mit dem dimensionlosen Überfallbeiwert μ , der Wehrbreite b (in m), der Überfallhöhe h (in m) und der Erdbeschleunigung g (in m/s^2). Der Fließbeiwert nach BRAHMS & de CHEZY (Gl. 5.1) wurde von Faist für den betrachteten Zeitraum aus den Abflussmessungen 1890 bis 1893 unter Berücksichtigung der rekonstruierten Profil- und Gefälleverhältnisse rückgerechnet. Der Überfallbeiwert nach POLENI wurde auf die Überlaufgeometrien der Wehre bezogen.

Wie beschrieben wurden Querschnitte, die für historische Zeiträume mit relativ gleichbleibenden Verhältnissen repräsentativ sind, rekonstruiert. In der Abbildung 20 sind die den jeweiligen Wasserständen (Ordinate) zuzuordnenden Gewässerbreiten (Abszisse am oberen Rand der Abbildung) und Fließquerschnitte der Stromelbe graphisch (Abszisse unten) dargestellt. Die Ermittlung der Abflusstafeln und -kurven erfolgte zum Teil auf Grundlage der bekannten Wasserstands-Durchfluss-Beziehungen für den Zeitraum 1890–1893 unter Berücksichtigung der abweichenden, rekonstruierten Durchflussprofile, hydraulischen Radien und Gefälleverhältnisse:

$$Q_2 = \frac{F_2}{F_1} \sqrt{\frac{R_2 I_2}{R_1 I_1}} Q_1 \quad (5.4)$$

Dabei sind Q_1 der Durchfluss 1890–1893, Q_2 der Durchfluss im jeweils betrachteten Zeitraum und F_1, R_1 und I_1 bzw. F_2, R_2 und I_2 Querschnittsfläche, hydraulischer Radius und Gefälle in den Jahren 1890–93 respektive im jeweils betrachteten Zeitraum.

Alle überarbeiteten Wasserstands-Abfluss-Beziehungen, die in den Dokumentationen FAIST (1967, 1968) in Dezimeterintervallen ausreichend für die Interpolation der Hochwasserabflüsse als ausreichend anzusehen waren, wurden in der vorliegenden Überarbeitung für die Wasserstände im gesamten Abflussspektrum in Zentimetergenauigkeit erstellt. Wie beschrieben wurden Abflusstafeln und Schlüsselkurven für die Zeiträume mit relativ gleichbleibenden hydraulischen Verhältnissen für die einzelnen Elbearme aufgestellt und auf den Pegel Magdeburg-Strombrücke bezogen. In der Addition aller Teilabflüsse ergibt sich dann der Gesamtabfluss der Elbe in Magdeburg. Dabei sind zum Beispiel für den Zeitraum 1727–1789 die Abflüsse in der Alten Elbe ab einem Wasserstand von 350 cm, in der Zollelbe ab 510 cm und ab 570 cm in der Umflut Prester zu berücksichtigen. Bei einem Hochwasserstand von 580 cm am Pegel Magdeburg-Strombrücke flossen so 792 m^3/s in der Stromelbe, 910 m^3/s in der Alten Elbe, 112 m^3/s in der Zollelbe sowie 30 m^3/s in der Umflut Prester ab. Es ergibt sich bei diesem Wasserstand im betrachteten Zeitraum über die Elbe ein Gesamtabfluss von etwa 1840 m^3/s . Die zeitliche Einordnung der Abflusstafeln bezogen auf die Änderungen, die die jeweils folgenden Modifikationen der Wasserstands-Durchfluss-Beziehungen bedingten, wird in Tabelle 3 dargestellt.

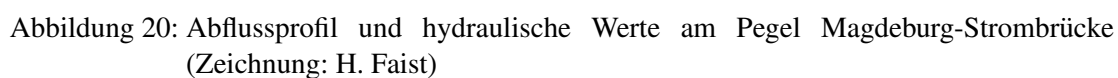


Tabelle 3: Zeitliche Einordnung der Abflusstafeln

Tafel Nr.	von–bis	Elbearme und Umfluten	Bauliche u. morphologische Veränderungen mit hydraulischen Auswirkungen in den Gewässerbetten
1	1727–1789	Stromelbe	Zunahme des Gefälles und Senkung des Wasserspiegels infolge Fertigstellung des Elbedurchstiches Rothensee 1789
		Alte Elbe	2. Presterscher Sperrdamm 1789/1790 ersetzt den 1. Damm von 1684/1686, veränderte Kronenhöhe und -länge, Zollelbe ab jetzt ohne direkten Zufluss aus der Stromelbe
2	1790–1806	Alte Elbe	Sprengung des Presterschen Sperrdammes Okt. 1806
3	1807–1816	Alte Elbe	Prestersches Richtewerk entsteht 1816/1817 neu
3a	1817–1819	Stromelbe	Abbruch feste Mühle (Rathsmühle) 1820
		Alte Elbe	Cracauer Wehr fertig 1819/1820, damit auch neuer Einlass zur Zollelbe
4	1820–1839	Alte Elbe	Kronenhöhe Cracauer Wehr vor 1842 gesenkt
4a	1840–1844	Stromelbe	Zwischenphase bis Ufervorbau links für Eisenbahn 1845/1848
5	1845–1867	Alte Elbe	Cracauer W. entsteht 1867/1868 mit ΔH , ΔL als Neubau an gleicher Stelle
6	1868–1875	Stromelbe, Umflut	Prester (Deichüberlauf) – Lostau verändert mit Neubau Umflutkanal Pretzien – Lostau, Wehr Pretzien ab Febr. 1876 in Funktion
6a, 6b	1876–1877	Stromelbe	Zwischenphase bis Abnahme I durch Felssprengungen im Fahrwasser nahe der Strombrücke 1874/1876, ΔB um 32 m rechtsufrig aus Rückbau an der Zitadelle 1876–1878
7	1878–1890	Stromelbe	Voriger Zustand unverändert, danach fortschreitende Tiefenerosion Rothensee-Niegripp mit steigendem Gefälle und geringeren Wasserständen am Pegel Magdeburg
7a	1878–1890	Sonderfall	Veränderte Hochwasserabflüsse bei geöffnetem Wehr Pretzien

5.4 Durchfluss in der früheren „Pferdeelbe“ und Veränderungen der Stromelbe

Seit dem Bau der ortsfesten Ratsmühle war von der Stromelbe durch den Mühlendamm die sogenannte Pferdeelbe abgezweigt. Die Profilgeometrie der geteilten Stromelbe sowie die Höhe des Trenndammes sind aus FAIST (1968) bekannt. Gemäß der damaligen Zielstellung der Ermittlung der jährlichen Hochwasserabflussmaxima erschien der Abflussanteil des Mühlengerinnes bei Hochwasser vernachlässigbar zu sein. In der Überarbeitung FAIST (2010) war der Durchfluss durch die Pferdeelbe und die Ratsmühle dagegen für alle Abflussbereiche zu berechnen. Die in den früheren Betrachtungen genutzten Materialien waren für eine solch detaillierte Beurteilung der Situation an der Mühle nicht geeignet. FAIST (2010) ermittelte aus einer 2009 aufgefundenen maßstäblichen Karte der Stromelbe (LEHMANN 1806, Abb. 16) folgende Maße für den Bereich an der alten Strombrücke: für die Stromelbe rechtsseitig des Trenndammes eine Breite von 15 Ruten (ca. 56 m), für den Trenndamm eine Breite von 2 Ruten (ca. 7,5 m) und für den Mühlenkanal linksseitig des Trenndammes eine Breite von 8 Ruten (ca. 30 m). Diese Werte entsprechen ungefähr den in Tabelle 2 aufgelisteten Daten. Für den Mühlenkanal stromabwärts waren Breiten bis 11 Ruten (ca. 41,1 m) und die Stromelbe in der Engstelle unterhalb der Brücke 13 Ruten (ca. 49,0 m) aus der Karte zu entnehmen. Die Gesamtbreiten von 94,0 m bis 105,3 m stimmen mit denen aus FAIST (1968) mit 100/118 m in grober Näherung überein.

Dagegen sind aus einer Karte von 1791 die Stromelbe um 12 m breiter sowie der Mühlenkanal um 12 m schmaler abzuleiten (FAIST 1968). Es ist allerdings nicht nachvollziehbar, warum bei gleicher Gesamtbreite der Trenndamm zum linken Ufer hin verlegt worden sein sollte. Dagegen sprechen die unveränderte Bausubstanz der Mühle bis zu deren Abbruch 1820, die Karte von 1806 sowie die Bilder, die auf die Anordnung der Brückenpfeiler schließen lassen.

Das Mühlengerinne verengt sich von der anfangs breiten „Pferdeelbe“ laut der Karte von 1806 auf zwei Rinnen, beiderseits des Mühlengebäudes, zu je einer Rute. Die Länge des Trenndammes betrug 68 Ruten (256 m). Das Gefälle der Stromelbe bei Niedrigwasser betrug etwa 0,90 ‰. Es ergibt sich eine Fallhöhe bezogen auf den gesamten Trenndamm von etwa 23 cm bzw. eine geschätzte Fallhöhe von 20-30 cm an den Mühlrädern, beide Werte wahrscheinlich zuzüglich Brückenstau. Bei Wasserständen von mindestens 350 cm am Pegel Magdeburg-Strombrücke wurde der Trenndamm überströmt und wirkte vergleichbar einem Streichwehr. Den zunehmenden Abfluss leitete der Trenndamm aus der breiten Pferdeelbe nach rechts in die freie Stromelbe. Die mittlere Lage der Flusssohle in der Stromelbe (rechte Stromhälfte) betrug ca. +10 cm, bezogen auf den Pegel Magdeburg-Strombrücke, für die linke Flusshälfte, einschließlich der Pferdeelbe wird im Mittel von +40 cm ausgegangen, der Felshorizont lag bis Ende des 19. Jahrhunderts unverändert bei +50 cm. Aus den Angaben wurde durch hydraulische Berechnungen der Durchfluss in den Wasserrädern ermittelt. Die Abflussanteile wurden dabei relativ, analog Gleichung 5.4 für die unterschiedlichen Verhältnisse berechnet (Tab. 4).

Die Durchflüsse an der Mühle gehen in die Wasserstands-Durchfluss-Beziehungen für die Stromelbe für den Zeitabschnitt 1730–1789 und mit geänderten Eingangsparametern auch

Tabelle 4: Eckdaten der Wasserstands-Durchfluss-Beziehung für die Ratsmühle

Wasserstand am Pegel (cm)	Durchfluss Q1 in m ³ /s (anteilig pro m Profilbreite)	Q2 in m ³ /s
120	1,24	6,10
150	2,03	11,1
200	2,83	17,2
300	4,68	31,4
350	5,59	38,5

für 1790–1820 ein. Es ist nicht überliefert, ob die sechs Wasserräder an der festen Mühle bei Durchflüssen im Mittel- bis Hochwasserbereich noch in Betrieb oder eventuell gegen Hochwasser und Eis geschützt waren. Die oben genannten Mühlendurchflüsse bis 38,5 m³/s bei beginnender Überströmung des Trenndammes und folgender Hochwasserentlastung der Mühlenanströmung erscheinen plausibel. MOSONYI (1959, S. 829-848) gibt für unterschlächtige Wasserräder in Europa eine Grenzleistung von etwa 5 m³/s an.

5.5 Kronenhöhen älterer Einlaufbauwerke in die Nebenarme

FAIST (1968) berechnete alle Abflüsse der anderen Magdeburger Elbearme aus den Wehrüberläufen. Neben den vorgefunden Geometrien der Bauwerke spielen hierbei die Überfallhöhen eine entscheidende Rolle.

Die Höhe der Wehrkronen ist in absoluter Höhenlage erst ab 1820 in m über NN bekannt. Vor 1820 ist weder die Höhe zum früheren Hamburger Bezugsnullpunkt noch zu landestypischen Vermessungssystemen angegeben. Damals sind über die Wehre, bei ca. 400 m Überlaufbreite, je 10 cm Überströmung ca. 20 bis 40 m³/s und mit zunehmenden Überfallhöhen bei HW \geq 80 m³/s abgeflossen. Im selben Zeitraum erreichte nach MAASZ (1870) das größte Hochwasser, im Jahr 1814, 17 Fuß 9 Zoll und das kleinste, im Jahr 1816, 14 Fuß 1 Zoll. Daraus leiten sich nach der jetzigen Wasserstands-Abfluss-Beziehung die folgenden Abflüsse ab. Das Hochwasser von 1814, mit einem Wasserstand von 657 cm, entspricht einem Abfluss von rund 4080 m³/s. Das Hochwasser von 1816, mit 542 cm, entspricht einem Abfluss von ca. 1960 m³/s.

Die Literatur verwendet zum Teil relative Höhenwerte als Überlaufhöhen bezogen auf den Wasserstand am Pegel Magdeburg-Strombrücke (FAIST 1968). Die relativen Höhenbezüge dieser Überfallwehre wurden insbesondere aus folgender Literatur entnommen und auf heutige Wasserstände am genannten Pegel umgerechnet: dem „Hydrologischer Jahresbericht von der Elbe für 1895“ (KÖNIGLICHE ELBSTROMBAUVERWALTUNG MAGDEBURG 1896), lückenhaft aus dem „Elbstromwerk“ (KÖNIGLICHE ELBSTROMBAUVERWALTUNG MAGDEBURG 1898) und Einzelangaben aus MAASZ (1870). Es ist davon auszugehen, dass in der Fachliteratur einige Höhenbezüge fortlaufend aus alten Unterlagen weiter verwendet oder umgekehrt aktuelle Höhenbezüge im gleichen Wert auf viel frühere Bauwerke angewandt wurden.

Weiterhin wird angenommen, dass mancher Bezug zum Pegel Magdeburg-Strombrücke die Veränderungen des Wasserspiegelgefälles zwischen dem Abzweig der Alten Elbe und dem etwa 4 km stromab befindlichen Pegelstandort nicht berücksichtigt wurde. Aus dem Vergleich der Höhenbezüge (KÖNIGLICHE ELBSTROMBAUVERWALTUNG MAGDEBURG 1885, 1896, 1898), mit den dazugehörigen Angaben der Literatur (ELBE-STROMSCHAU-COMMISSION 1869; MAASZ 1870, diverse Akten), werden Abweichungen bis zu mehreren Dezimetern ersichtlich. Laut dem Bereisungsprotokoll vom 24. Sept. 1869 (ELBE-STROMSCHAU-COMMISSION 1869), „... besichtigte die Commission das in den Jahren 1867–1868 ... neu erbaute, mit seiner Krone auf 2 Fuß liegende Wehr, genannt Krakauer Überfall.“ Dieselbe Höhenlage nannte auch MAASZ (1870). Diese Kronenhöhe entspricht heute, auf den Pegel Magdeburg bezogen, 163 cm. Für das Cracauer Wehr von 1867/1868 gab dagegen das oft zitierte „Elbewerk“ (KÖNIGLICHE ELBSTROMBAUVERWALTUNG MAGDEBURG 1898, Bd. III, S. 266) an: „Die Wehrkrone erhielt die Höhenlage von + 0,80 m am Magdeburger Pegel.“ Das entspricht heute 180 cm am genannten Pegel. Dies wird ebenso in dem hydrologischen Jahresbericht der Elbe für 1895 (KÖNIGLICHE ELBSTROMBAUVERWALTUNG MAGDEBURG 1896) gesehen. Demnach würde sich aus den genannten Quellen ein Höhenunterschied von 17 cm in einer Zeitspanne von 19 Jahren ergeben. Die genannten Eingriffe von 1874 bis 1878 an den Felsbänken im Bereich ober- und unterhalb der neuen Strombrücke und die Verbreiterung der Stromelbe von 1876 und 1878 um 30 bis 32 m durch den Rückbau der Zitadelle verursachten Änderungen des Wasserspiegelgefälles (ΔI) (FAIST 1968). Für den betrachteten Zeitraum waren auch maßgebende strombauliche Veränderungen zu berücksichtigen. Dies war insbesondere die Vergrößerung des Gefälles infolge des Durchstiches Rothensee ab 1789/1790, die zu der genannten Wasserspiegeländerung am Pegel Magdeburg-Strombrücke von ca. 15 cm bei Mittelwasser führte. Dies wurde in den Wasserstands-Durchfluss-Beziehungen für die Überlaufbauwerke ab 1790 eingerechnet.

Abbildung 21 zeigt schematisch die Veränderung des Wasserspiegelgefälles in der Stromelbe. Der Zustand I1 zeigt die Wasserspiegellagen vor der Fertigstellung der neuen Strombrücke 1859–1862, die zur Verringerung des Pfeilerstaues führte, der Beseitigung und Sprengung von Felsbänken in der Stromelbe (1874–1878) und dem in etwa gleichzeitigen Rückbau des Ufers im Bereich der Zitadelle. Der Zustand I2 kennzeichnet die Gefälleänderungen infolge des Mäanderdurchstiches im Bereich Rothensee (1789) und den späteren Rückbau der Rathsmühle (1820). Durch die strombaulichen Maßnahmen von 1862 bis 1878 wurde das Gefälle hingegen vermindert. Es resultierten Wasserspiegeländerungen am Pegel Magdeburg von 52 cm bei Mittelwasser und 51 cm bei Hochwasser. Da die Durchflussberechnungen für die Alte Elbe rückwirkend aus der Basis von Abflussmessungen um 1890, als Durchfluss bzw. als Überströmung der jeweiligen Wehrbauten, ermittelt wurden, ist der Bezug der Wehrkronenhöhe zum Wasserstand am Pegel Magdeburg anzupassen. Im Bezug der Wehre in der Alten Elbe zum Pegel Magdeburg sind die Werte für den Zeitraum 1727–1789 um 37 cm (52–15 cm) und von 1790 bis um 1900 um ca. 51 bis 52 cm zu korrigieren.

Die Plausibilität der daraus resultierenden und angenommenen Höhen der Einlaufwehre zur Alten Elbe wird durch folgende Kronenhöhen, durch Vergleich mit dem damaligen Mittelwas-

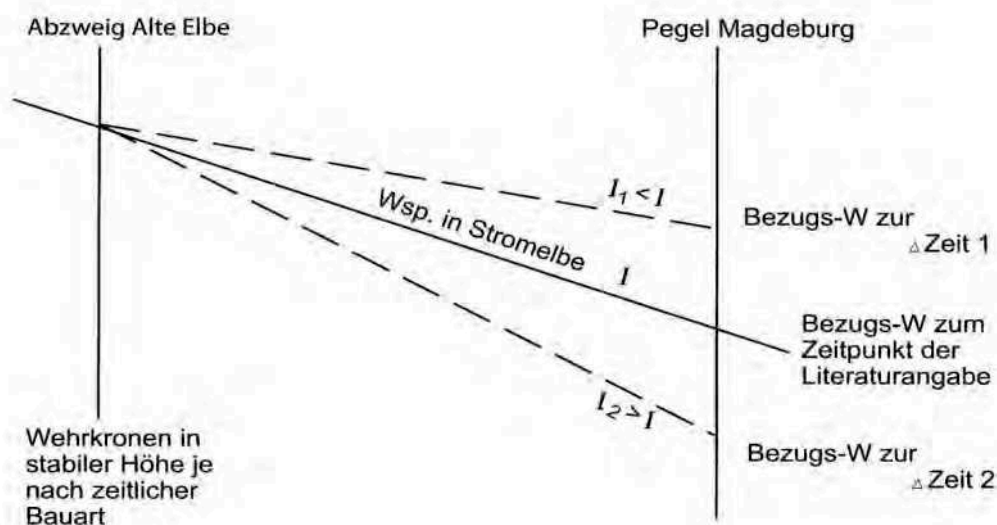


Abbildung 21: Schematische Darstellung der Veränderung des Wasserspiegelgefälles in der Stromelbe zwischen Abzweig der Alten Elbe und Pegel Magdeburg-Strombrücke (Zeichnung: H. Faist)

serständen am Pegel Magdeburg-Strombrücke von 8 Fuß 1 Zoll, belegt. Das entspricht einem Wasserstand von 354 cm am heutigen Pegel, zwischen 1750 und 1816 (FAIST 1967). Die Kronenhöhen betrugen 340 cm vor 1789/1790, 350 cm nach 1789/1790 sowie 150 cm durch die Beschädigung des Dammes von 1807 bis 1816.

Im 19. Jahrhundert war es an der Elbe üblich, dass Korrekturbauwerke, wie Buhnen und Uferdeckwerke, auf dem Niveau des Mittelwassers angeordnet werden. Dies entspricht heute einem Wert von 320 bis 350 cm am Pegel Magdeburg. Die Betrachtung der aus den Korrekturen der Kronenhöhen resultierenden, geringeren Abflusswerte der Alten Elbe im Vergleich zu jenen aus FAIST (1968) bekräftigt ebenfalls die aktuellen Ergebnisse. Es gibt keine Gründe, die Bezugshöhen beim früheren Einstromen in die Zollelbe (zeiträumig variabel) und das Überströmen des Deiches bei Prester nach MAASZ (1870, S. 495) anzuzweifeln: „Bei Hochwasser über 13 resp. 15 Fuß a.P. spalten sich hier von der Elbe noch zwei weitere Arme ab, nämlich: die Zollelbe und das durch die Furthlaken- und die Friedrich-Wilhelmsbrücke fließende Terrain-Überlaufwasser.“ Dabei entsprechen 13 Fuß heute ca. 510 cm und 15 Fuß heute ca. 570 cm am Pegel Magdeburg-Strombrücke.

Die Zollelbe zweigte bereits ab 1790 nicht mehr aus der Stromelbe ab, sondern aus dem Unterwasser des Sperrdammes zur Alten Elbe. Daher ist deren Durchfluss ab 1790 in der Wasserstands-Durchfluss-Beziehung der Alten Elbe enthalten.

5.6 Umfluten

Wesentliche Hinweise zu diesem Kapitel entstammen der Publikation MATHIES (1884) (vgl. auch Abflusstafeln 18, 19 im Anhang). Für das Sied Dornburger Niederung (im Hochwasser-

Deich im Nebenschluss Pretziener Wehr) werden eine lichte Weite von 3,9 m (Wehrschütz) und eine Höhe von 1,47 m zuzüglich Pfeilerhöhe des Gewölbes von 0,91 m angegeben. Dieses Siel entwässert die Dornburger Niederung, die durch einen Sommerdeich von der Alten Elbe, oberhalb des Pretziener Wehres, getrennt ist. Das dort verfügbare Volumen erreicht im Hochwasserfall 5 bis 8 Millionen Kubikmeter. Die Öffnung des Wehres wird grundsätzlich nach Durchgang des Hochwasserscheitels vorgenommen. Der geschätzte Durchfluss im Siel, bei ca. 7,5 m² Öffnungsfläche, beträgt über mehrere Tage hinweg zwischen 10 und 20 m³/s. Diese zwar geringe, aber für die hydrologische Längsbilanz von Barby zu Magdeburg durchaus interessante Umflut bleibt unberücksichtigt und stellt ein ungelöstes Problem dar.

Die Betriebsweise des Pretziener Wehres verlief in den Anfangsjahren anders, als zur späteren Zeit. Dazu auszugsweise aus (MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN 1884, S. 537) zur Handhabung: „Zunächst erwies sich die nach der Hochfluth vom Jahre 1876 erlassene Bestimmung, das Wehr vom 1. November bis 1. Mai vollständig geöffnet zu halten und in den anderen Monaten ebenfalls, sobald der Wasserstand eine Höhe von 2,51 m (8 Fuß) über dem Wehrrücken erlangte, als nicht vereinbar mit den Interessen der drei Deichverbände des Umfluthgebietes. Bei dem letzten Hochwasser von 1877 hatte sich nämlich herausgestellt, dass letzteres bereits bei einem Wasserstande von 1,50 m am Pegel Magdeburg über den Rücken des Pretziener Wehres in den Fluthumlauf trat.“ „Mittels Erlasses vom 30. Januar 1878 wurde ... dahin abgeändert, daß vom 1. November bis 30. April am Wehr ein Wasserstand bis zu 4,0 m am Wehrpegel gehalten werden durfte ... und vom 1. Mai bis 31. Oktober ein solcher von 5,5 m Wehrpegel, entsprechend etwa 3,8 bis 4,0 m am Magdeburger Pegel.“ „Infolge weiterer Erfahrungen ... war es Ende 1879 möglich geworden, auch das Winterstauziel von 4,0 auf 5,5 m am Wehrpegel ... zu erhöhen ...“

Für die täglichen Durchflusswerte, die für die Gewässerkundlichen Jahrbücher benötigt werden, sind die Aussagen für die Jahre 1876 bis 1879 zu berücksichtigen. Dabei entsprechen Wasserstände von 550 cm am Pegel Pretzien heute umgerechnet 480 bis 500 cm am Pegel Magdeburg.

Eine weitere Aussage betrifft den möglichen Durchfluss im unteren Teil des Umflutkanals (MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN 1884, S. 501): „Erweiterung der alten Ehle-Eisenbahnbrücke von 15 auf 32 Öffnungen zu 12,6 m Lichtweite ...“. Es ergab sich die Frage, ob die vor 1876 wirksame Umflut, über den Presterschen Deichüberlauf, die o.g. Brücke bei Biederitz schadlos passieren konnte. Überschlägig können die lichten Profilbreiten der Brücke mit 189 m (15 · 12,6 m) und später mit 403 m (32 · 12,6 m) angenommen werden. Die über die Umflut Prester-Biederitz ablaufenden Anteile der Hochwasserabflüsse wurden für Ereignis von 1845 mit 1120 m³/s und für das von 1862 mit 990 m³/s berechnet. Bei einer mittleren Überströmungshöhe im Profil der Brücke von mindestens 2,5 m ergeben sich mittlere Fließgeschwindigkeiten von 2,37 m/s (1845) und von 2,10 m/s (1862) bei einer Querschnittsfläche von ungefähr 472 m². Diese Hochwasserabflüsse in der Umflut dürften demnach problemlos das Brückenprofil passiert haben. Das projektierte HQ-Abführvermögen war ab 1876 wesentlich höher.

6 Ergebnisse

6.1 Abflusstafeln

Im Ergebnis der Berechnungen ergaben sich für die verschiedenen Zeiträume Abflusstafeln (siehe Anhang) und Abflusskurven (Abb. 22) der Stromelbe, der Nebenarme und der Umfluten, die bezogen auf den Pegel Magdeburg-Strombrücke den Gesamtabfluss der Elbe in Magdeburg bilden. In den Wasserstands-Durchfluss-Beziehungen für den Pegel Magdeburg-Strombrücke, sind nahezu geradlinige Anstiege von Niedrigwasser bis weit über Mittelwasser hinaus zu beobachten. Die Durchflussprofile der Stromelbe waren immer von Ufermauern, in steiler bzw. senkrechter Bauart, sowie durch eine felsige Sohle eingefasst. Diese Besonderheiten bestimmten die Höhen der Wasserspiegellagen. Solche Gegebenheiten sind in dem deutschen Teil der Elbe nahezu einmalig. Ähnliche Bedingungen herrschen nur am Pegel Meißen. Dieser besitzt zwar ein ähnliches Profil, aber eine deutlich abweichende Ausprägung des Gefälles.

Im Gegensatz zu dem geradlinigen Verlauf der Abflusskurve der Stromelbe weisen die Wasserstands-Durchfluss-Beziehungen der übrigen Pegel an der Elbe einen jeweils typisch parabolischen Anstieg mit stufenartigem Abflachen auf. Diese Abflachungen der Kurven sind durch die sprunghaften Profilvergrößerungen beim Übergang von der Begrenzung durch die Buhnen und Leitwerken zu den Vorländern bedingt. Der Gesamtabfluss in Magdeburg zeigt Knicke in den Schlüsselkurven. Diese resultieren daher, dass das Niedrigwasser vollständig in der Stromelbe abfließt. Erst bei steigendem Wasserstand entstehen Abflüsse in den anderen Flussarmen, wie der Alten Elbe, Zollelbe sowie der Umflut Prester-Lostau und zuletzt der Umflut Pretzien-Hohenwarthe. Bedingt durch die oben genannte Profilvergrößerung steigen deren Abflussanteile stark an.

Eine mathematische Gleichung für eine derartige Schlüsselkurve zu finden, wie es für den Pegel Barby versucht wurde, mit $Q = 84,17(H + 1,13)^{1,527}$ (KÖNIGLICHE ELBSTROMBAUVERWALTUNG MAGDEBURG 1885), hält H. Faist daher hier für nicht zielführend. Zudem würden sich die Handhabung sowie die fortlaufende Aktualisierung solcher Formeln als schwierig erweisen.

6.2 Abgeleitete Abflussreihe

Neben den eigentlichen Ergebnissen der Arbeit, den aus den rekonstruierten Querprofilen und Wehrgeometrien abgeleiteten Wasserstands-Abfluss-Beziehungen, soll auch die mit diesen

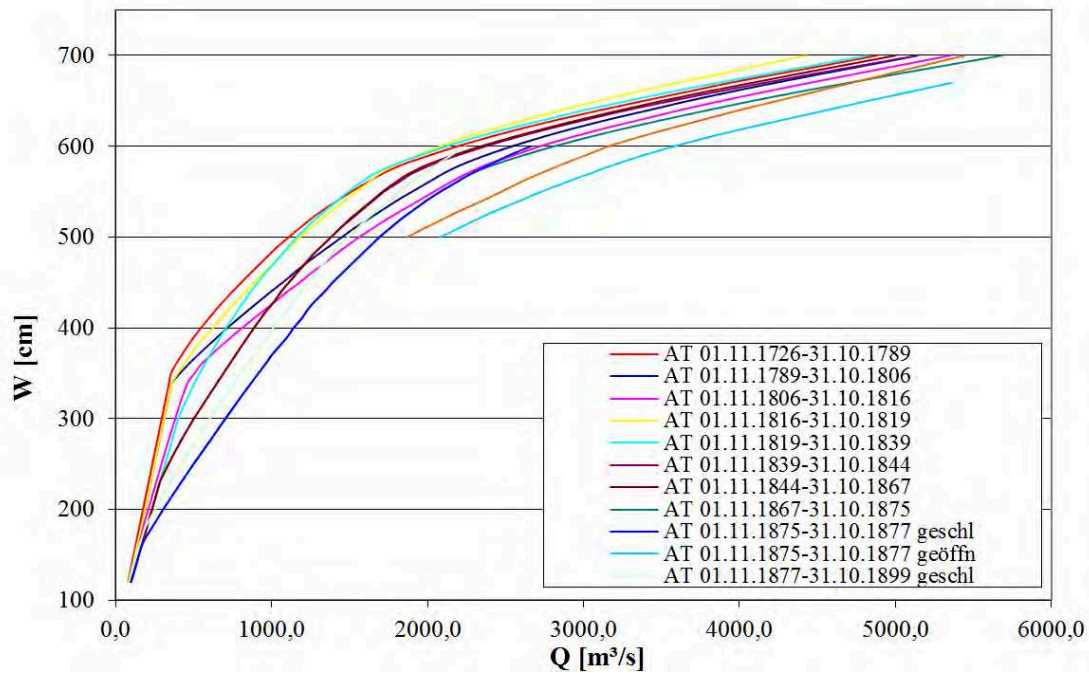


Abbildung 22: Wasserstands-Abfluss-Beziehungen – Pegel Magdeburg-Strombrücke

Beziehungen errechnete Reihe der täglichen Abflüsse der Elbe bezogen auf den Pegel Magdeburg-Strombrücke für den Zeitraum 1727–1890 kurz betrachtet werden.

Abbildung 23 zeigt die Monatsmittel der berechneten Abflüsse der Elbe in Magdeburg für den gesamten Zeitraum, die folgende Abb. 24 die mittleren Werte, die das Abflussregime der Elbe kennzeichnen. Es handelt sich um ein allochthones pluvionivales Regime, geprägt vor allem durch winterliche Regenfälle und Schneeschmelze in den Mittelgebirgen im Einzugsgebiet. Neben winterlichen Hochwasserereignissen, die mitunter auch durch Eisstand beeinflusst sind, treten große sommerliche Abflüsse insbesondere bei Vb-Wetterlagen auf.

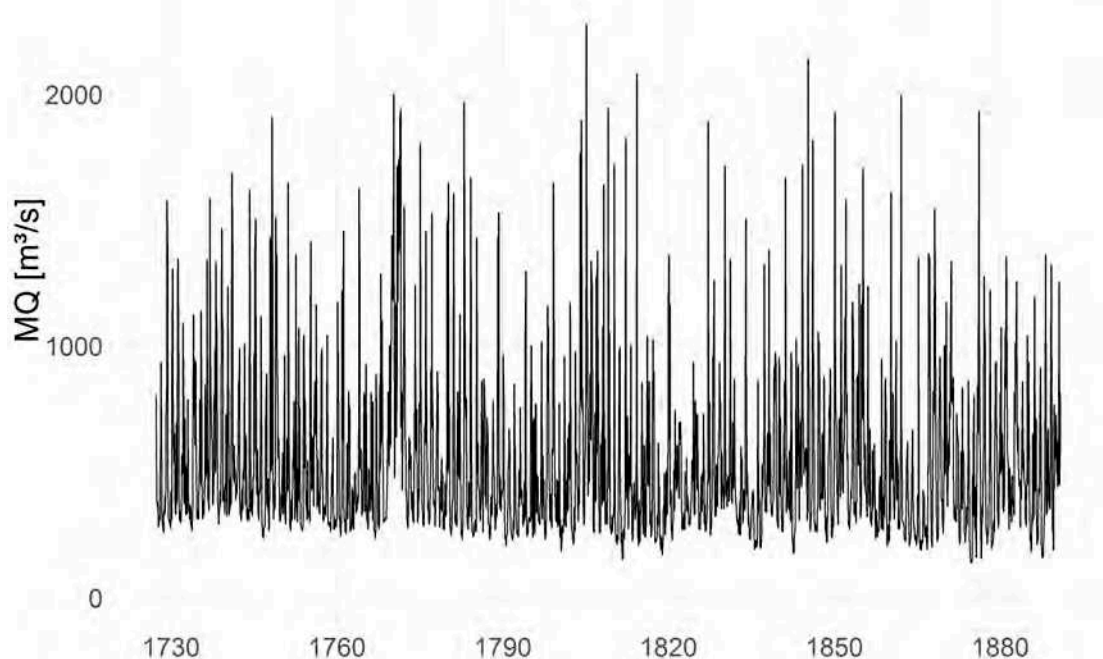


Abbildung 23: Monatsmittel der Abflüsse 01.05.1727–31.12.1890 – Pegel Magdeburg-Strombrücke

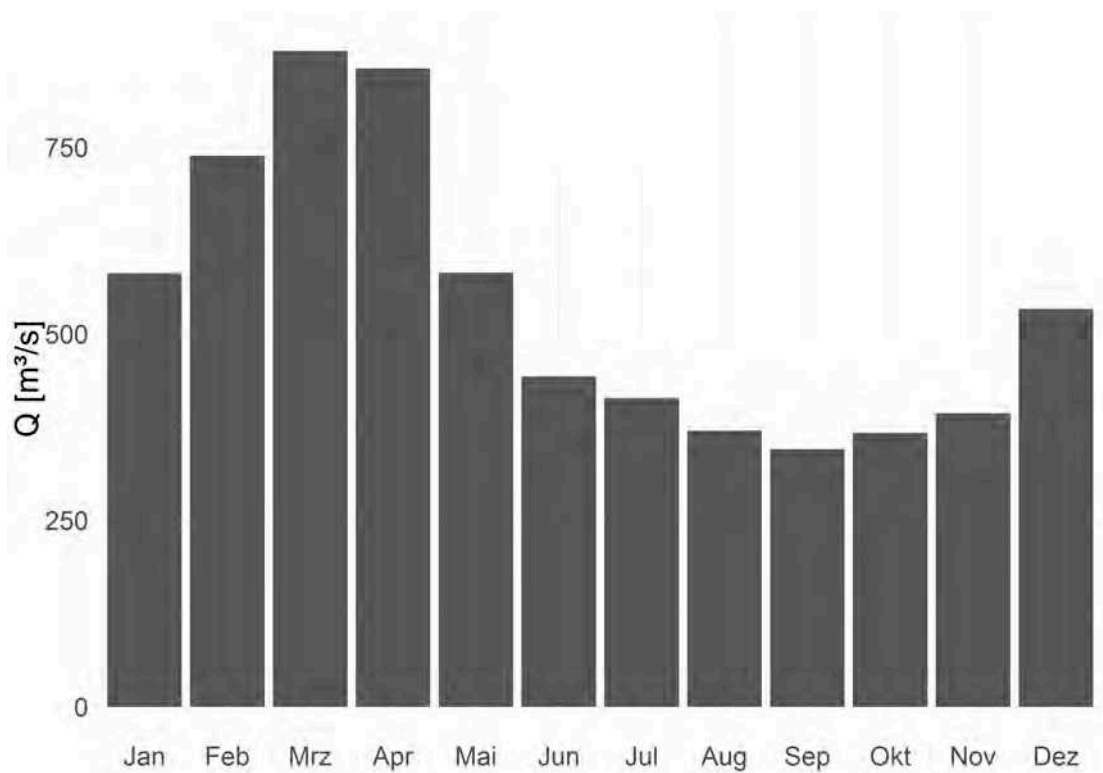


Abbildung 24: Mittlere Monatsmittel der Durchflüsse 01.11.1727–31.10.1890 (Abflussregime) – Pegel Magdeburg-Strombrücke

7 Diskussion

Natürlich ist die vorliegende Ableitung der Wasserstands-Durchfluss-Beziehungen und der mit diesen ermittelten täglichen Durchflüsse zwischen 1727 und 1890 mit Unsicherheiten behaftet. Dies liegt zum einen an möglichen Unstimmigkeiten des Ausgangsmaterials, wie Schreibfehlern in den alten Wasserstandsaufzeichnungen und zum anderen an kurzzeitigen Veränderungen im Profil bzw. Flussabschnitt. Solche Veränderungen waren Brücken-, Wehr- oder Uferumbauten, militärische Interimsbauten, Sedimentablagerungen, Uferabbrüche oder -durchrisse, Eisversetzungen sowie Verklausungen durch Treibgut. Derartige Fragen können gezielt durch weitere Recherchen in historischen Akten sowie Bild- und Textmaterialien bearbeitet werden. Sind Unstimmigkeiten, wie Schreibfehler oder nicht nachvollziehbare Einzelwerte in den handschriftlichen Pegellisten ab 1727 (SIMON 2010) vorhanden, kann man auch die graphischen Darstellungen von BERGHAUS (1852) zu Rate ziehen. Die Ablesegenauigkeit beträgt dort ca. 0,25 bis 0,5 Fuß (vgl. Abschnitt 3.2). Zur Plausibilisierung wurden im Rahmen der Überarbeitung und Weiterführung der Arbeiten von FAIST (1967, 1968) verschiedene Vergleichsbetrachtungen und Ergebnistests durchgeführt. Hierzu wurden insbesondere die bereits genannten Elbpegel (Abschnitt 3.3) oberhalb und unterhalb von Magdeburg betrachtet. Im Vergleich der Hochwasserabflüsse konnte an insgesamt acht Pegelstandorten, auf der Elbestrecke von der Saale bis zur Havel, ein überwiegend stimmiger Abgleich in den Abflussjahren erzielt werden. Entlang dieser Strecke nimmt das Einzugsgebiet lediglich um 3,96 % zu. In den Untersuchungen bestand eine Schwierigkeit allerdings darin, eine Beziehung der alten Pegel, mit ihren unterschiedlichen nicht metrischen Skalen, auf die heutigen Pegel herzustellen. Ebenfalls mussten aus z.T. unterschiedlichen Hochwasserangaben in verschiedenen Literaturquellen ein jeweils logischer sowie zuverlässiger Wert begründet werden. Problematisch war dies insofern, als das im hohen Bereich hoher Durchflüsse eine Wasserstandsdifferenz von einem Zentimeter einer Abflussdifferenz von 10 bis 20 m³/s entspricht. In den Unterlagen der „Königlichen Elbstrombauverwaltung“ (KÖNIGLICHE ELBSTROMBAUVERWALTUNG MAGDEBURG 1885, S. 40f) sind mit Stand von 1885 Flächengrößen und Breiten der Magdeburger Stromelbe bei niedriger Wasserführung angegeben. Diese wurden nachfolgend mit den Durchflussflächen der rekonstruierten noch früheren Profile verglichen, um die Plausibilität zwischen errechneten und erstmals gemessenen Durchflussflächen nachzuweisen. Eine Vergrößerung der Durchflussflächen bei gleichem Abfluss ab 1878 war zu erwarten. Begründet wird dies durch die enorme Querschnittsaufweitung nach dem Rückbau des Ufers im Bereich der Zitadelle und den daraus resultierenden Verringerungen des Wasserspiegelgefälles sowie der Fließgeschwindigkeit. Die Überprüfung der Durchflussflächen von 1877, rückwirkend bis 1727, bestätigte die o.g. Erwartungen. Ein weiterer Vergleich der Durchflussflächen in der Stromelbe wird mit den Angaben aus dem Elbstromwerk (KÖNIGLICHE ELBSTROMBAUVERWALTUNG MAGDEBURG 1898, Bd. III, S. 252) möglich. Die dortigen Daten beziehen sich auf

die Wasserstände der Jahresreihen 1875 bis 1895, welche offensichtlich die hydrologischen Abflussjahre von 1876 bis 1895 nach heutiger Schreibweise sind: Die früheren Durchflussflächen sind annähernd identisch mit den gemessenen Größen von 1898. Dies wird im Vergleich der engen Messstelle mit den 1898 existierenden Engstellen bei km 323,4; 326,6 sowie 329,3 besonders deutlich. Vor dem Zeitraum zwischen 1874 und 1878 besaß die Stromelbe im Vergleichsprofil ein größeres Gefälle, welches für die Berechnungen nach FAIST (1968), kleinere Durchflussflächen bedingt.

Eine Beispielrechnung soll verdeutlichen, wie sich ein Fehler in der durchflossenen Querschnittsfläche von nur 10 m^2 auswirkt. Ausgehend von Durchflussmessungen in der Stromelbe aus dem Zeitraum 1890–1893, die die Grundlage für die zeitlich rückwirkenden Berechnungen bildeten ergeben sich:

- für Niedrigwasserdurchflüsse (NQ) von $81 \text{ m}^3/\text{s}$ bei einer Querschnittsfläche von 130 m^2 ein anteiliger Abfluss von $0,623 \text{ m}^3/\text{s}$ je Quadratmeter durchflossener Querschnittsfläche, bei einem Durchfluss von $218 \text{ m}^3/\text{s}$, bei 245 m^2 Querschnittsfläche analog $0,890 \text{ m}^3/\text{s}$ je Quadratmeter anteiliger Durchfluss
- bei Hochwasserabflüssen von $1065 \text{ m}^3/\text{s}$ (bei $F = 813 \text{ m}^2$) und $1240 \text{ m}^3/\text{s}$ (bei $F = 884 \text{ m}^2$) anteilige Abflüsse von $1,31 \text{ m}^3/\text{s}$ je m^2 und $1,40 \text{ m}^3/\text{s}$ je m^2

Nimmt man nun einen Fehler von 10 m^2 bei der Rekonstruktion der historischen Querschnittsflächen an, ergeben sich Fehler in den errechneten Durchflüssen von 7,7 % (bei $81 \text{ m}^3/\text{s}$) und 4,2 % (bei $218 \text{ m}^3/\text{s}$) im Niedrigwasserbereich und 1,2 % (bei $Q = 1065 \text{ m}^3/\text{s}$) und 1,1 % bei $1240 \text{ m}^3/\text{s}$ im Bereich hoher Durchflüsse. Aus dieser Beispielrechnung wird deutlich, dass insbesondere für den Niedrig- und Mittelwasserbereich sehr genaue Werte der Querschnittsflächen gegenüber der vorherigen Ermittlung der Hochwasserwerte zu bestimmen sind.

Das gilt analog für die Wehrüberströmung in den Zuläufen der Nebenarme und Umfluten. Vor dem 19. Jahrhundert wurden kaum Profilvermessungen der Magdeburger Elbeläufe durchgeführt. Daher stützt sich die Flächenermittlung ausschließlich auf Breiten- und Tiefenangaben alter Literaturquellen. Wie bereits diskutiert, weicht die W-Q-Beziehung von 1789/1790 gegenüber der vom vorherigen Zeitraum (beginnend mit 1727) ab, da die endgültige Öffnung des Durchstiches Rothensee (SIMON 2010) das Wasserspiegelgefälle stromauf bis in die Stromelbe vergrößerte und folglich einen Abfall der Wasserstände am Pegel Magdeburg erzeugte. Die Absenkung der Wasserspiegellagen betrug nach dem Durchstich laut KÖNIGLICHE ELB-STROMBAUVERWALTUNG MAGDEBURG (1898, Bd. III, S. 265) bei Mittelwasser am Pegel Magdeburg-Rothensee 45 cm sowie am Pegel Magdeburg-Strombrücke immer noch 15 cm. Die mittleren Wasserstände (MW) am Pegel Magdeburg-Strombrücke lagen nach MAASZ (1870) im Zeitraum 1727 bis 1749 bei 9 Fuß, 2 Zoll (387 cm) und 1750 bis 1816 bei 8 Fuß, 1 Zoll (354 cm). Für diese Wasserstände wird demnach für eine Änderung von 15 cm die dazugehörige Änderung der Durchflüsse gesucht. Die Durchflüsse in der Stromelbe nach den Wasserstands-Durchfluss-Beziehungen von 1727 bis 1789 sind in Tabelle 5 angegeben. Hieraus resultiert für eine Änderung des Wasserstandes um 15 cm eine Änderung des Durchflusses von 18 bis $19 \text{ m}^3/\text{s}$. Im Vergleich dazu liegt der Wert für die Durchflussänderung in der Reihe

von 1821 bis 1844 bei 25 m³/s. Die Reihe von 1790 bis 1820 wurde gegenüber jener von 1727 bis 1789 um diese Differenzen im Mittelwasserbereich erhöht. Die Wasserstands-Durchfluss-Beziehung wurde nach der Berechnung von FAIST (1968) korrigiert und ausgeglichen.

Tabelle 5: Eckdaten der Wasserstands-Durchfluss-Beziehung für die Stromelbe 1727 bis 1789

Wasserstand am Pegel (cm)	Q (m ³ /s) (FAIST 1968)	Q (m ³ /s) (Neuberechnung ¹)
300	262	294
350	315	354
400	375	416

Wesentlich schwieriger erweist sich ein Vergleich der Profilflächen der Alten Elbe, da die Alte Elbe selbst im Bezugszeitraum nach 1890 kein einheitliches Ausbauprofil aufweist und lediglich durch einen Hochwasserdeich rechtsufrig und z.T. durch linksseitige Uferbefestigungen in ihrem Lauf festgelegt ist, da sich in ihrem Flussbett seit dem 19. Jahrhundert zeitweise Inseln und Geschiebebänke bildeten bzw. bilden und da die Alte Elbe im 18. Jahrhundert aus zerfaserten einzelnen Gewässerbetten bestand, welche insgesamt eine große Breite aufwiesen und sich im Osten Magdeburgs oft verlagerten. Daher wurden hier die (den in FAIST (1968) durchgeführten hydraulischen Berechnungen zu Grunde gelegten) geometrischen Daten der Einlaufwehre bzw. Sperrdämme mit bekannten Durchflussflächen des Elbstromwerkes (KÖNIGLICHE ELBSTROMBAUVERWALTUNG MAGDEBURG 1898) verglichen. Es ergab sich, dass die früheren Gewässerbetten, die vermutlich deutlich vor 1898 noch größere Querschnitte aufwiesen, den jeweils an den Wehren berechneten höchsten Abfluss bewältigt haben dürften. Das gilt insbesondere für die Zustände vor 1820, da dort bei Hochwasser ein Teil des Hochwasserabflusses aus dem Unterwasser der Wehre über Stromteilungen zur späteren „Zollelbe“ abfließen konnte.

Die Werte in den Wasserstandstabellen (SIMON 2010) sowie der ausgewählten Blätter sind bereits in sehr frühen Aufzeichnungen auf den Magdeburger Pegel, des Jahres 1862, umgerechnet worden. Dagegen gibt MAASZ (1870) alle Wasserstände noch in Fuß und Zoll an. Stichprobenartig wurde geprüft, ob die Auffassung von SIMON (2010), die handschriftlichen Wasserstände mit +100 cm zum heutigen Pegelbezug zu setzen, prinzipiell nachvollziehbar ist. Im Blickfeld dieser Niedrigwasserstände zeigen sich vor 1790, neben einigen Übereinstimmungen aber auch größere Differenzen in der Umrechnung. Ob diese Wasserstandsunterschiede aus der Umwandlung von Zoll und Fuß in cm oder aus der noch älteren Version des Nummernpegels herrühren, kann nicht zweifelsfrei abgeleitet werden.

HELMS et al. (2015) haben die Abflusskurven der Elbe für den Zeitraum 1890 bis 2006 überarbeitet. Für den sowohl hier als auch in vorgenannter Quelle betrachteten Zeitpunkt um 1890 bilden jeweils die Ergebnisse von FAIST (1967) die Grundlage. Für den HW-Bereich wurden die Abflusswerte von HELMS et al. (2015) plausibilisiert und werden mit kleineren Werten als den hier veröffentlichten angegeben.

¹Neuberechnung, da Abflussanteile Rathsmühle/ Gerinne 1968 noch nicht bekannt

8 Ausblick

Hydrologische Statistiken bilden vor allem die Grundlage für die Bemessung von wasserbaulichen Anlagen. Gerade wenn diese auf extreme Ereignisse auszulegen sind, liegen oftmals nicht ausreichend lange Reihen der Durchflüsse vor, um über die Anpassung an geeignete Verteilungsfunktionen die gesuchten Extremabflüsse zu extrapolieren. Längere Reihen der Wasserstandsaufzeichnungen können hier Abhilfe schaffen, wenn es gelingt, die früheren flusshydraulischen Verhältnisse hinreichend genau zu rekonstruieren, um über hydraulische Berechnungen und Modellierungen Durchflusswerte abzuleiten. Die vorgelegten Untersuchungen für den Pegel Magdeburg-Strombrücke bieten eine fundierte Ableitung der historischen Abflüsse der Elbe im Stadtgebiet Magdeburgs. Weitere Recherchen des historischen Quellenmaterials können zu einer Verbesserung der Genauigkeit der Ableitung, vor allem zu einer weiteren Differenzierung der Entwicklung der hydraulischen Verhältnisse und damit zu Wasserstands-Abfluss-Beziehungen für kürzere Zeiträume führen. Dem heutigen Stand der Technik entsprechend können die historischen hydraulischen Verhältnisse in digitalen Geländemodellen erfasst werden. Diese ermöglichen ein- und zweidimensionale hydrodynamisch-numerische Modellierungen der Wasserspiegellagen und somit auch die Berechnung neuer und die Validierung vorhandener Schlüsselkurven (vgl. z.B. KIRSCH & POHL 2014). Es wird empfohlen, in weiteren Bearbeitungsschritten die bisherigen und die korrigierten jährlich höchsten Scheiteldurchflüsse mit denen aus der Bearbeitung aller deutschen Elbepegel durch das Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Wasser und Gewässerentwicklung (HELMS et al. 2015) zu vergleichen. Gleichzeitig sollten die Änderungen bei der Anpassung von Verteilungsfunktionen und Jährlichkeiten bestimmter Durchflüsse betrachtet werden.

9 Literatur

- ABEL, K. (1735). *Preußische und Brandenburgische Reichs- und Staats-Geographie: In welcher der gegenwärtige Zustand Aller Reiche und Länder dieses Königl. Chur-Hauses ... vorgestellt ... : Daneben auch die ihrenthalben getroffene Vergleiche, Friedens-Schlüsse ... zusammen getragen worden ; Ebenfalls in Zwey Theilen verfaßt*. Campe.
- ASMUS, H. und M. WILLE (1999). *1200 Jahre Magdeburg. Von der Kaiserpfalz zur Landeshauptstadt. Eine Stadtgeschichte in zwei Bänden, Bd. 1: Helmut Asmus, Die Jahre 805-1631, Magdeburg 1999*.
- BAUER, D. (1970). „Das Pretziener Wehr bei Magdeburg. Möglichkeiten der Hochwasserregulierung in der Elbe“. In: *Wasserwirtschaft Wassertechnik* 8.
- BAUMGART, J. (1587). *Summarischer Begriff Der Magdeburgische[n] Stadt Chronicken / darinne angezeigt wird, wenn dieselbige Stadt ohngefahr zu bawen angefangen ...* Kirchner.
- BELL, B. (1970). „The Oldest Records of the Nile Floods“. In: *Geographical Journal* 136.4, S. 569–573.
- BERGHAEUER, J. C. F. (1800). *Magdeburg und die umliegende Gegend*. Keil.
- BERGHAUS, H. (1852). *Heinrich Berghaus physikalischer Atlas: Metereologisch- Klimatographischer Atlas*. Justus Perthes.
- BUCHHOLZ, I., K. BUCHHOLZ und M. BALLERSTEDT (2002). *Das Stadtarchiv Magdeburg und seine Bestände*. Stadtarchiv.
- ECKHOLDT, M. (1984). „Aus der Frühzeit der Flußkunde im deutschsprachigen Raum“. In: *Geschichte der Hydrologie. Besondere Mitteilungen zum Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuch Nr. 45*, S. 89–116.
- ELBE-STROMSCHAU-COMMISSION (1869). *Bereisungsprotokoll*. Hamburg.
- ELLEDER, L. (2013). „Historische Hochwasser in Prag: Vergleich der Rekonstruktionsmethoden“. In: *Wissen was war ... – Rückblick auf hydrologische Extremereignisse. Kolloquium am 16./17. Oktober 2012 in Koblenz*. Hrsg. von BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE, S. 24–32.
- ENGEL, H. (1999). „Die historische Entwicklung der Abflußverhältnisse an deutschen Flüssen“. unveröff. Manuskript. Koblenz.
- (2003). *Meßnetzoptimierung Oberflächengewässer*. Vortrag. Koblenz.
- FAIST, H. (1967). *Die jährlichen Hochwasserabflüsse bei Magdeburg im Zeitraum von 1870 bis 1960. Dokumentation für die Wasserwirtschaftsdirektion Magdeburg*.
- (1968). *Die jährlichen Hochwasserabflüsse bei Magdeburg im Zeitraum von 1727 bis 1870. Dokumentation für die Wasserwirtschaftsdirektion Magdeburg*.
- (2010). *Die täglichen Durchflüsse der Elbe bei Hochwasserabflüsse bei Magdeburg im Zeitraum von 1727 bis 1870. Dokumentation für die Bundesanstalt für Gewässerkunde*. (unveröffentlicht).

- (2011). „Magdeburg, ein alter Handelsplatz“. In: *Der Ingenieur der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung* 3.
- (2016). *Pegel an der Rathsmühle in Magdeburg*. mündl. Mitteilung vom 05.01.2016.
- GARBRECHT, G. (1984). „Hydrologische Vorstellungen und hydraulische Kenntnisse in der Antike“. In: *Geschichte der Hydrologie. Besondere Mitteilungen zum Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuch* 45, S. 5–36.
- HEINECCIUS, J. L. (1785). *Ausführliche topographische Beschreibung des Herzogthums Magdeburg und der Grafschaft Mansfeld, Magdeburgischen Antheils*. de. Decker.
- HELMS, M., J. IHRINGER und R. MIKOVEC (2015). *Überarbeitung der Abflussreihen und Abflussstafeln für die Elbe (Zeitraum 1890 bis 2006)*.
- HINCKE, P. A. v. (1809). *Plan der Stadt und Festung Magdeburg*. Sächsische Landesbibliothek - Staats- und Universitätsbibliothek Dresden (SLUB), Kartensammlung.
- HOFFMANN, F. W. (1850). *Geschichte der Stadt Magdeburg: nach den Quellen bearbeitet*. Magdeburg: Baensch.
- INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZ DER ELBE [IKSE] (2005). *Die Elbe und ihr Einzugsgebiet*. Magdeburg.
- JANICKE, C. (1865). *Mittheilungen aus der Magdeburger Schöppen-Chronik: Ein Beitrag zur Kenntniß städtischen Lebens im deutschen Mittelalter und zugleich Ankündigung einer Ausgabe der Schöppen-Chronik*. Heinrichshofen.
- KIRSCH, F. und R. POHL (2014). „Modellierung historischer Abflussverhältnisse für die Hochwasserprognose“. In: *Vorsorgender und nachsorgender Hochwasserschutz*. Springer, S. 70–79.
- KÖNIGLICHE ELBSTROMBAUVERWALTUNG MAGDEBURG (1885). *Die Bestimmung von Normalprofilen für die Elbe von der sächsisch-preußischen Grenze bis Geesthacht, Magdeburg*.
- (1896). *Hydrologischer Jahresbericht von der Elbe für 1895*. Magdeburg.
- (1898). „Der Elbstrom, sein Stromgebiet und seine wichtigsten Nebenflüsse“. In: *Eine hydrographische, wasserwirtschaftliche und wasserrechtliche Darstellung. Im Auftrag der deutschen Elbuferstaaten und unter Betheiligung des preussischen Wasser-Ausschusses*, Berlin: Verlag von Dietrich Reimer.
- KÖNIGLICHE REGIERUNG ZU MAGDEBURG (Dez. 1863). „Verordnungen und Bekanntmachungen der Königlichen Regierung. Nr. 1211“. In: *Amtsblatt der Königlichen Regierung zu Magdeburg*.
- LANDESHOCHWASSERZENTRUM SACHSEN [LHWZ] (HRSG.) (2019). *Hungersteine und Untiefen der Elbe*. <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/19169.htm>. [Online; abgerufen am 14.10.2019].
- LEHMANN (1806). *Elbe bey der Stadt Magdeburg. Zeichnung des Herrn Stadtbaumeister Lehmann*. Sammlung Helmut Faist.
- LEHMANN, F. W. (1839). *Kurzgefasste Beschreibung der Stadt Magdeburg und deren Umgebung*. Magdeburg.
- (Apr. 1842). „Landes- und Ortskunde. Der Magdeburger Pegel, nebst einer Darstellung der bisher stattgefundenen Verminderung des Wasservolumens im Elbstrom und deren muthmaßlichen physischen Ursachen.“ In: *Allgemeiner Anzeiger und Nationalzeitung der Deutschen*.

- MAASZ (1870). „Die Wasserstände der Elbe in den Jahren 1727 bis 1870“. In: *Zeitschrift für Bauwesen*, 496 ff.
- MAENSS, J. (1885). „Der Überfall in der alten Elbe bei Krakau.“ In: *Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu Halle/S.* 10, S. 132–135.
- (1904). „Die Schiffsmühlen auf der Elbe bei Magdeburg“. In: *Geschichtsblätter für Stadt und Land Magdeburg* 39.
- MAI, B. (2004). „Von festen Mauern und Wällen umgeben“. In: *1200 Jahre Magdeburg. Von Bauwerken, Menschen und Ereignissen*.
- MATHIES (Nov. 1884). „Die Melioration der Elbniederung bei Magdeburg und das Wehr bei Pretzien“. In: *Centralblatt der Bauverwaltung* 48-50.
- MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN (Nov. 1884). „Elbniederung Wehr Pretzien“. In: *Centralblatt der Bauverwaltung*.
- MOSONYI, E. (1959). *Wasserkraftwerke*. Bd. II. VDI-Verlag, Düsseldorf.
- O. V. (Aug. 1865). „Die Elbenauer Deichregulierung“. In: *Magdeburger Presse vom 28.08.1865*.
- PÖTZSCH, C. G. (1784). *Chronologische Geschichte der großen Wasserfluthen des Elbstroms seit tausend und mehr Jahren*.
- RATHMANN, H. (1803). *Geschichte der Stadt Magdeburg von ihrer ersten Entstehung an bis auf gegenwärtige Zeiten*. Bd. 3. Creutz.
- REICHMANN, H. (1937). *Magdeburgs Schiffahrtswesen*.
- SANDLER, C. (1895). *Matthäus Seutter und seine Landkarten*. Duncker & Humblot.
- SCHMID (1859). *Nachrichten über die Ströme des preußischen Staats*. 4) *Der Elbstrom*.
- SEIDLMAYER, S. (2001). *Historische und moderne Nilstände. Untersuchungen zu den Pegelablesungen des Nils von der Frühzeit bis zur Gegenwart*. Achet-Verlag.
- SEUTTER, M. (1750). *Magdeburg : die Haupt Statt eines Herzogthumß gleiches Namens, an der Elb dem König in Preussen zustaendig / Operâ et cielo Matthaei Seutteri, Chalc. Augustani*. kolor. Kupferstich. Augsburg.
- SILBERSCHLAG, J. (1786). *Ausführlichere Abhandlung der Hydrotechnik oder des Wasserbaues: Zweyter Theil*. gedruckt bey Johann Thomas Edlen von Trattnern.
- SIMON, M. (2010). *Untersuchungen zu anthropogenen Beeinträchtigungen der Wasserstände am Pegel Magdeburg-Strombrücke*. Bd. 18. PIK Report. Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung.
- UHLEMANN, H.-J. (2002). „Schleusen und Wehre“. In: *Technik und Geschichte, Hamburg*.
- ULLRICH, S. (2003). *Industriearchitektur in Madgeburg. Brauereien, Mühlen, Zucker- und Zichorienindustrie*. Magdeburg: Stadtplanungsamt Magdeburg.
- VULPIUS, J. (1702). *Magnificentia Parthenopolitana: das ist der uralten weltberühmten Haupt- und Handel-Stadt Magdeburg sonderbare Herrlichkeit*. de. Müller.
- WALTHER, H. (1901). „Über die Stromschnelle von Laufenburg“. Diss. phil. II. Zürich.
- WEINGARTNER, R. und C. PFISTER (2007). „Wie außerordentlich war das Niedrigwasser im Winter 2005/06? Eine hydrologisch-historische Betrachtung des Rheinabflusses in Basel“. In: *Hydrologie und Wasserbewirtschaftung* 51.1, S. 22–26.
- WOLTER, F. A. (1845). *Geschichte der Stadt Magdeburg von ihrem Ursprunge bis auf die Gegenwart*. G. Schmilinsky.

10 Anhang

Tabelle 6: Abflusstafel 1 (Schlüsselkurve, W-Q-Beziehung) für den Gesamtabfluss der Elbe
am Pegel Magdeburg-Strombrücke 1727–1789

W	Abfluss Q [m³/s]									
[cm]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
120	79	80,1	81,3	82,4	83,6	84,7	85,9	87	88,2	89,3
130	90,5	91,6	92,8	93,9	95,1	96,1	97,4	98,5	99,7	101
140	102	103	104	106	107	108	109	110	112	113
150	114	115	116	118	119	120	121	122	124	125
160	126	127	128	130	131	132	133	134	136	137
170	138	139	140	142	143	144	145	146	148	149
180	150	151	152	154	155	156	157	158	160	161
190	162	163	164	166	167	168	169	170	172	173
200	174	175	176	178	179	180	181	182	184	185
210	186	187	188	190	191	192	193	194	196	197
220	198	199	200	202	203	204	205	206	208	209
230	210	211	212	214	215	216	217	218	220	221
240	222	223	224	226	227	228	229	230	232	233
250	234	235	236	238	239	240	241	242	244	245
260	246	247	248	250	251	252	253	254	256	257
270	258	259	260	262	263	264	265	266	268	269
280	270	271	272	274	275	276	277	278	280	281
290	282	283	284	286	287	288	289	290	292	293
300	294	295	296	298	299	300	301	302	304	305
310	306	307	308	310	311	312	313	314	316	317
320	318	319	320	322	323	324	325	326	328	329
330	330	331	332	334	335	336	337	338	340	341
340	342	343	344	346	347	348	349	350	352	353
350	354	357	360	364	367	370	373	376	380	383
360	386	390	393	397	400	404	408	411	415	419
370	422	426	429	433	437	441	445	449	452	456
380	460	464	468	473	477	481	485	489	494	498
390	502	506	511	515	520	524	528	533	537	542
400	546	551	556	560	565	570	575	580	584	589
410	594	599	604	608	613	618	623	628	632	637
420	642	647	652	658	663	668	673	678	684	689
430	694	699	705	710	716	721	726	732	737	743
440	748	754	759	765	771	776	782	788	793	799
450	805	811	816	822	828	833	839	845	850	856
460	862	868	874	880	886	892	897	903	909	915
470	921	927	933	939	945	951	956	962	968	974
480	980	986	992	998	1000	1010	1020	1020	1030	1030
490	1040	1050	1050	1060	1070	1080	1080	1090	1100	1100
500	1110	1120	1120	1130	1140	1140	1150	1160	1170	1170
510	1180	1190	1190	1200	1210	1220	1220	1230	1240	1240
520	1250	1260	1270	1270	1280	1290	1300	1310	1310	1320
530	1330	1340	1350	1360	1370	1380	1380	1390	1400	1410
540	1420	1430	1440	1450	1460	1460	1470	1480	1490	1500
550	1510	1520	1530	1540	1550	1560	1570	1580	1590	1600
560	1610	1620	1630	1640	1650	1660	1670	1680	1690	1700
570	1710	1720	1740	1750	1760	1780	1790	1800	1810	1830
580	1840	1860	1870	1890	1910	1920	1940	1960	1980	1990
590	2010	2030	2050	2060	2080	2100	2120	2140	2150	2170
600	2190	2210	2230	2250	2270	2290	2310	2330	2350	2370
610	2390	2410	2430	2460	2480	2500	2520	2540	2570	2590
620	2610	2630	2660	2680	2710	2730	2750	2780	2800	2830
630	2850	2880	2900	2930	2950	2980	3010	3030	3060	3080
640	3110	3140	3160	3190	3220	3240	3270	3300	3330	3350
650	3380	3410	3440	3460	3490	3520	3550	3580	3600	3630
660	3660	3690	3720	3740	3770	3800	3830	3860	3890	3910
670	3940	3970	4000	4030	4060	4100	4130	4160	4190	4220
680	4250	4280	4310	4350	4380	4410	4440	4470	4500	4540
690	4570	4600	4630	4660	4690	4720	4760	4790	4820	4850
700	4880									

Tabelle 7: Abflusstafel 2 (Schlüsselkurve, W-Q-Beziehung) für den Gesamtabfluss der Elbe
am Pegel Magdeburg-Strombrücke 1790–1806

W	Abfluss Q [m³/s]									
[cm]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
120	84	85,3	86,6	87,9	89,2	90,5	91,8	93,1	94,4	95,7
130	97	98,3	99,6	101	102	103	105	106	107	109
140	110	111	113	114	115	116	118	119	120	122
150	123	124	126	127	128	129	131	132	133	135
160	136	137	139	140	141	142	144	145	146	148
170	149	150	152	153	154	155	157	158	159	161
180	162	163	165	166	167	168	170	171	172	174
190	175	176	178	179	180	181	183	184	185	187
200	188	189	190	192	193	194	195	196	198	199
210	200	201	202	204	205	206	207	208	210	211
220	212	213	214	216	217	218	219	220	222	223
230	224	225	226	228	229	230	231	232	234	235
240	236	237	238	240	241	242	243	244	246	247
250	248	249	250	252	253	254	255	256	258	259
260	260	261	262	264	265	266	267	268	270	271
270	272	273	275	276	277	278	280	281	282	284
280	285	286	287	289	290	291	292	293	295	296
290	297	298	300	301	302	303	305	306	307	309
300	310	311	313	314	315	316	318	319	320	322
310	323	324	326	327	328	329	331	332	333	335
320	336	337	339	340	341	342	344	345	346	348
330	349	350	352	353	354	355	357	358	359	361
340	362	367	372	377	382	387	392	398	403	408
350	413	418	423	429	434	439	444	449	455	460
360	465	471	477	483	489	495	502	508	514	520
370	526	532	539	545	551	557	564	570	577	583
380	589	595	602	608	614	620	627	633	640	646
390	652	658	665	671	677	683	690	696	703	709
400	715	722	729	736	743	749	756	763	770	777
410	784	791	798	805	812	818	825	832	839	846
420	853	860	867	874	881	888	895	903	910	917
430	924	931	938	945	952	959	966	974	981	988
440	995	1000	1010	1020	1020	1030	1040	1050	1060	1060
450	1070	1080	1080	1090	1100	1100	1110	1120	1130	1130
460	1140	1150	1150	1160	1170	1180	1180	1190	1200	1200
470	1210	1220	1230	1230	1240	1250	1260	1270	1270	1280
480	1290	1300	1310	1310	1320	1330	1340	1350	1350	1360
490	1370	1380	1390	1390	1400	1410	1420	1430	1430	1440
500	1450	1460	1470	1470	1480	1490	1500	1510	1510	1520
510	1530	1540	1550	1560	1570	1580	1580	1590	1600	1610
520	1620	1630	1640	1650	1660	1670	1670	1680	1690	1700
530	1710	1720	1730	1740	1750	1760	1760	1770	1780	1790
540	1800	1810	1820	1830	1840	1850	1860	1870	1880	1890
550	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990
560	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090
570	2100	2110	2120	2140	2150	2160	2170	2180	2200	2210
580	2220	2240	2250	2260	2280	2300	2310	2320	2340	2360
590	2370	2390	2400	2420	2440	2460	2470	2490	2510	2520
600	2540	2560	2580	2600	2620	2640	2650	2670	2690	2710
610	2730	2750	2770	2790	2810	2840	2860	2880	2900	2920
620	2940	2960	2990	3010	3030	3050	3080	3100	3120	3150
630	3170	3200	3220	3240	3270	3300	3320	3340	3370	3400
640	3420	3450	3470	3490	3520	3550	3570	3590	3620	3650
650	3670	3700	3720	3750	3780	3800	3830	3860	3890	3910
660	3940	3770	4000	4030	4060	4080	4110	4140	4170	4200
670	4230	4260	4290	4320	4350	4380	4410	4440	4470	4500
680	4530	4560	4590	4620	4650	4680	4720	4750	4780	4810
690	4840	4870	4900	4930	4960	4990	5020	5050	5080	5110
700	5140									

Tabelle 8: Abflusstafel 3 (Schlüsselkurve, W-Q-Beziehung) für den Gesamtabfluss der Elbe
am Pegel Magdeburg-Strombrücke 1807–1816

W	Abfluss Q [m³/s]									
[cm]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
120	84	85,3	86,6	87,9	89,2	90,5	91,8	93,1	94,4	95,7
130	97	98,3	99,6	101	102	103	105	106	107	109
140	110	111	113	114	115	116	118	119	120	122
150	123	125	126	128	130	131	133	135	137	138
160	140	142	143	145	147	148	150	152	154	155
170	157	159	160	162	164	165	167	169	171	172
180	174	176	177	179	181	182	184	186	188	189
190	191	193	194	196	198	199	201	203	205	207
200	208	210	211	213	215	216	218	220	222	224
210	225	227	228	230	232	233	235	237	239	241
220	242	244	245	247	249	250	252	254	256	258
230	259	261	262	264	266	267	269	271	273	275
240	276	278	279	281	283	284	286	288	290	292
250	293	295	296	298	300	301	303	315	307	309
260	310	312	313	315	317	318	320	322	324	326
270	327	329	331	332	334	336	338	340	341	343
280	345	347	349	350	352	354	356	358	359	361
290	363	365	367	368	370	372	374	276	377	379
300	381	383	385	386	388	390	392	394	395	397
310	399	401	403	405	407	409	410	412	414	416
320	418	420	422	425	427	429	431	433	436	438
330	440	442	444	447	449	451	453	455	458	460
340	462	466	471	475	479	484	488	492	496	501
350	505	509	514	518	522	527	531	535	539	544
360	548	554	560	567	573	579	585	591	598	604
370	610	616	623	629	635	642	648	655	661	668
380	674	681	688	694	701	708	715	722	728	735
390	742	749	756	762	769	776	783	790	796	803
400	810	817	824	832	839	846	853	860	868	875
410	882	889	897	904	911	919	926	933	941	948
420	955	963	970	977	985	993	1000	1010	1020	1020
430	1030	1040	1040	1050	1060	1060	1070	1080	1090	1090
440	1100	1110	1120	1120	1130	1140	1150	1160	1160	1170
450	1180	1190	1190	1200	1210	1210	1220	1230	1240	1240
460	1250	1260	1270	1270	1280	1290	1300	1310	1310	1320
470	1330	1340	1340	1350	1360	1360	1370	1380	1390	1390
480	1400	1410	1420	1420	1430	1440	1450	1460	1460	1470
490	1480	1490	1500	1500	1510	1520	1530	1540	1540	1550
500	1560	1570	1580	1590	1600	1600	1610	1620	1630	1640
510	1650	1660	1670	1680	1690	1690	1700	1710	1720	1730
520	1740	1750	1760	1770	1780	1790	1800	1810	1820	1830
530	1840	1850	1860	1870	1880	1890	1900	1910	1920	1930
540	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020	2030
550	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	2110	2120	2130
560	2140	2150	2160	2170	2180	2200	2210	2220	2230	2240
570	2250	2260	2280	2290	2300	2320	2330	2340	2350	2370
580	2380	2400	2410	2430	2450	2460	2480	2500	2520	2530
590	2550	2470	2580	2600	2620	2630	2650	2670	2690	2700
600	2720	2740	2760	2780	2800	2820	2840	2860	2880	2900
610	2920	2940	2960	2990	3010	3030	3050	3070	3100	3120
620	3140	3160	3190	3220	3240	3260	3280	3310	3330	3360
630	3380	3400	3430	3460	3480	3500	3520	3550	3570	3600
640	3620	3650	3670	3700	3720	3750	3780	3800	3830	3850
650	3880	3910	3940	3960	3990	4020	4050	4080	4110	4130
660	4160	4190	4220	4250	4280	4300	4330	4360	4390	4420
670	4450	4480	4510	4540	4570	4600	4630	4660	4690	4720
680	4750	4780	4810	4840	4870	4900	4930	4960	4990	5020
690	5050	5080	5110	5140	5170	5200	5230	5260	5290	5320
700	5350									

Tabelle 9: Abflusstafel 3a (Schlüsselkurve, W-Q-Beziehung) für den Gesamtabfluss der Elbe
am Pegel Magdeburg-Strombrücke 1817–1819

W	Abfluss Q [m³/s]									
[cm]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
120	84	85,3	86,6	87,9	89,2	90,5	91,8	93,1	94,4	95,7
130	97	98,3	99,6	101	102	103	105	106	107	109
140	110	111	113	114	115	116	118	119	120	122
150	123	124	126	127	128	129	131	132	133	135
160	136	137	139	140	141	142	144	145	146	148
170	149	150	152	153	154	155	157	158	159	161
180	162	163	165	166	167	168	170	171	172	174
190	175	176	178	179	180	181	183	184	185	187
200	188	189	190	192	193	194	195	196	198	199
210	200	201	202	204	205	206	207	208	210	211
220	212	213	214	216	217	218	219	220	222	223
230	224	225	226	228	229	230	231	232	234	235
240	236	237	238	240	241	242	243	244	246	247
250	248	249	250	252	253	254	255	256	258	259
260	260	261	262	264	265	266	267	268	270	271
270	272	273	275	276	277	278	280	281	282	284
280	285	286	287	289	290	291	292	293	295	296
290	297	298	300	301	302	303	305	306	307	309
300	310	311	313	314	315	316	318	319	320	322
310	323	324	326	327	328	329	331	332	333	335
320	336	337	339	340	341	342	344	345	346	348
330	349	350	352	353	354	355	357	358	359	361
340	362	366	369	373	376	380	384	387	391	394
350	398	402	406	409	413	417	421	425	428	432
360	436	440	444	448	452	456	460	464	468	472
370	476	480	484	488	492	496	500	504	508	512
380	516	521	526	532	537	542	547	552	558	563
390	568	573	579	584	590	595	600	606	611	617
400	622	627	632	637	642	647	652	657	662	667
410	672	677	682	687	692	698	703	708	713	718
420	723	728	734	739	744	750	755	760	765	771
430	776	782	787	793	798	804	810	815	821	826
440	832	838	843	849	854	860	866	871	877	882
450	888	894	900	905	911	917	923	929	934	940
460	946	952	958	963	969	975	981	987	992	998
470	1000	1010	1010	1020	1020	1030	1040	1040	1050	1050
480	1060	1070	1070	1080	1080	1090	1100	1100	1110	1110
490	1120	1130	1130	1140	1140	1150	1160	1160	1170	1170
500	1180	1190	1190	1200	1210	1220	1220	1230	1240	1240
510	1250	1260	1260	1270	1280	1280	1290	1300	1310	1310
520	1320	1330	1330	1340	1350	1360	1360	1370	1380	1380
530	1390	1400	1410	1410	1420	1430	1440	1450	1450	1460
540	1470	1480	1480	1490	1500	1500	1510	1520	1530	1530
550	1540	1550	1560	1560	1570	1580	1590	1600	1600	1610
560	1620	1630	1630	1640	1650	1660	1660	1670	1680	1680
570	1690	1700	1710	1720	1730	1740	1760	1770	1780	1790
580	1800	1810	1830	1840	1850	1860	1880	1890	1900	1920
590	1930	1940	1960	1980	1990	2000	2020	2040	2050	2060
600	2080	2100	2110	2130	2140	2160	2180	2190	2210	2220
610	2240	2260	2280	2300	2320	2340	2360	2380	2400	2420
620	2440	2460	2480	2500	2520	2540	2560	2580	2600	2620
630	2640	2660	2680	2710	2730	2750	2770	2790	2820	2840
640	2860	2880	2910	2930	2950	2980	3000	3020	3040	3070
650	3090	3120	3140	3160	3190	3220	3240	3260	3290	3320
660	3340	3370	3390	3420	3440	3470	3500	3520	3550	3570
670	3600	3630	3660	3680	3710	3740	3770	3800	3820	3850
680	3880	3910	3930	3960	3990	4020	4040	4070	4100	4120
690	4150	4180	4200	4230	4260	4280	4310	4340	4370	4390
700	4420									

Tabelle 10: Abflusstafel 4 (Schlüsselkurve, W-Q-Beziehung) für den Gesamtabfluss der Elbe
am Pegel Magdeburg-Strombrücke 1820–1839

W [cm]	Abfluss Q [m³/s]		2	3	4	5	6	7	8	9
	0	1								
120	98	99,7	101	103	105	106	108	110	112	113
130	115	117	118	120	122	124	125	127	129	130
140	132	134	135	137	138	140	142	143	145	147
150	148	150	151	153	155	156	158	160	162	163
160	165	167	168	170	172	174	175	177	179	180
170	182	184	185	187	189	190	192	194	196	197
180	199	201	202	204	205	207	209	210	212	214
190	215	217	218	220	222	224	225	227	229	230
200	232	234	235	237	239	240	242	244	246	247
210	249	251	252	254	256	258	259	261	263	264
220	266	268	269	271	272	274	276	277	279	281
230	282	284	285	287	289	290	292	294	296	297
240	299	301	302	304	306	308	309	311	313	314
250	316	318	319	321	323	324	326	328	330	331
260	333	335	336	338	340	342	343	345	347	348
270	350	352	353	355	357	358	360	362	364	365
280	367	369	370	372	373	375	377	378	380	382
290	383	385	386	388	390	392	393	395	397	398
300	400	402	405	408	410	412	415	418	420	422
310	425	428	430	433	435	438	441	443	446	448
320	451	454	457	459	462	465	468	471	474	476
330	479	482	485	487	490	493	496	499	502	504
340	507	510	513	516	519	522	526	529	532	535
350	538	541	544	548	551	554	557	560	564	567
360	570	573	577	580	583	586	590	593	596	600
370	603	606	610	613	616	620	623	626	629	633
380	636	640	643	646	650	654	657	661	664	668
390	671	675	678	682	686	690	693	697	701	704
400	708	712	716	719	723	727	731	735	738	742
410	746	750	754	757	761	765	769	773	776	780
420	784	788	792	796	800	804	809	813	814	822
430	825	829	833	838	842	846	850	854	859	863
440	867	871	876	880	885	889	893	898	902	907
450	911	916	920	925	929	934	939	943	948	952
460	957	962	968	973	978	984	989	994	999	1000
470	1010	1010	1020	1020	1030	1040	1040	1040	1050	1060
480	1060	1060	1070	1080	1080	1080	1090	1100	1100	1100
490	1110	1120	1120	1120	1130	1140	1140	1140	1150	1150
500	1160	1170	1170	1180	1180	1190	1200	1200	1210	1210
510	1220	1230	1230	1240	1240	1250	1260	1260	1270	1270
520	1280	1290	1290	1300	1310	1320	1320	1330	1340	1340
530	1350	1360	1360	1370	1380	1380	1390	1400	1410	1410
540	1420	1430	1430	1440	1450	1460	1460	1470	1480	1480
550	1490	1500	1510	1510	1520	1530	1540	1550	1550	1560
560	1570	1580	1590	1600	1610	1620	1620	1630	1640	1650
570	1660	1670	1690	1700	1710	1720	1740	1750	1760	1780
580	1790	1810	1820	1840	1850	1870	1890	1900	1920	1930
590	1950	1970	1980	2000	2020	2040	2050	2070	2090	2100
600	2120	2140	2160	2180	2200	2220	2230	2250	2270	2290
610	2310	2330	2350	2380	2400	2420	2440	2460	2490	2510
620	2530	2550	2580	2600	2630	2650	2670	2700	2720	2750
630	2770	2790	2820	2840	2870	2890	2910	2940	2960	2990
640	3010	3040	3060	3090	3120	3150	3170	3200	3230	3250
650	3280	3310	3340	3360	3390	3420	3450	3480	3500	3530
660	3560	3590	3620	3650	3680	3710	3740	3770	3800	3830
670	3860	3890	3920	3960	3990	4020	4050	4080	4120	4150
680	4180	4210	4240	4280	4310	4340	4370	4400	4440	4470
690	4500	4530	4560	4600	4630	4660	4690	4720	4760	4790
700	4820									

Tabelle 11: Abflusstafel 4a (Schlüsselkurve, W-Q-Beziehung) für den Gesamtabfluss der Elbe
am Pegel Magdeburg-Strombrücke 1840–1844

W [cm]	Abfluss Q [m³/s]		2	3	4	5	6	7	8	9
	0	1								
120	98	99,7	101	103	105	106	108	110	112	113
130	115	117	118	120	122	124	125	127	129	130
140	132	134	135	137	138	140	142	143	145	147
150	148	150	151	153	155	156	158	160	162	163
160	165	167	168	170	172	174	175	177	179	180
170	182	184	185	187	189	190	192	194	196	197
180	199	201	202	204	205	207	209	210	212	214
190	215	217	218	220	222	224	225	227	229	230
200	232	234	235	237	239	240	242	244	246	247
210	249	251	252	254	256	258	259	261	263	264
220	266	268	269	271	272	274	276	277	279	281
230	282	285	287	290	293	296	298	301	304	306
240	309	312	315	318	321	324	326	329	332	335
250	338	341	344	347	350	353	356	359	362	365
260	368	371	374	378	381	384	387	390	394	397
270	400	403	406	410	413	416	419	422	426	429
280	432	435	439	442	446	449	452	456	459	463
290	466	469	473	476	480	483	486	490	493	496
300	500	504	508	511	515	519	523	527	530	534
310	538	542	546	549	553	557	561	565	568	572
320	576	580	584	587	591	595	599	603	606	610
330	614	618	622	625	629	633	637	641	644	648
340	652	656	660	663	667	671	675	679	682	686
350	690	694	698	702	706	710	713	717	721	725
360	729	733	737	741	745	749	752	756	760	764
370	768	772	776	779	783	787	791	795	798	802
380	806	810	814	818	822	826	830	834	838	842
390	846	850	854	858	862	866	870	874	878	882
400	886	890	894	899	903	907	911	915	919	924
410	928	932	937	941	945	950	954	958	962	967
420	971	976	981	986	991	996	1000	1000	1010	1010
430	1020	1020	1030	1030	1040	1040	1040	1050	1050	1060
440	1060	1060	1070	1080	1080	1080	1090	1100	1100	1100
450	1110	1120	1120	1120	1130	1140	1140	1140	1150	1160
460	1160	1160	1170	1180	1180	1180	1190	1200	1200	1200
470	1210	1220	1220	1220	1230	1240	1240	1250	1250	1260
480	1260	1270	1270	1280	1280	1290	1300	1300	1310	1310
490	1320	1330	1330	1340	1340	1350	1360	1360	1370	1370
500	1380	1390	1390	1400	1400	1410	1420	1420	1430	1440
510	1440	1450	1450	1460	1470	1480	1480	1490	1500	1500
520	1510	1520	1520	1530	1540	1550	1560	1560	1570	1510
530	1580	1590	1590	1600	1610	1620	1620	1630	1640	1640
540	1650	1660	1660	1670	1680	1680	1690	1700	1710	1710
550	1720	1730	1740	1750	1760	1760	1770	1780	1790	1800
560	1810	1820	1830	1840	1850	1860	1860	1870	1880	1890
570	1900	1910	1930	1940	1950	1960	1980	1990	2000	2020
580	2030	2050	2060	2080	2090	2110	2130	2140	2160	2170
590	2190	2210	2230	2240	2260	2280	2300	2320	2330	2350
600	2370	2390	2410	2430	2450	2470	2490	2510	2530	2550
610	2570	2590	2610	2640	2660	2680	2700	2720	2750	2770
620	2790	2810	2840	2860	2890	2910	2930	2960	2980	3010
630	3030	3060	3080	3100	3130	3160	3180	3200	3230	3260
640	3280	3310	3340	3360	3390	3420	3450	3480	3500	3530
650	3560	3590	3620	3650	3680	3700	3730	3760	3790	3820
660	3850	3880	3910	3940	3970	4000	4040	4070	4100	4130
670	4160	4190	4220	4260	4290	4320	4350	4380	4420	4450
680	4480	4510	4550	4580	4610	4640	4680	4710	4740	4780
690	4810	4840	4880	4910	4940	4980	5010	5040	5070	5110
700	5140									

Tabelle 12: Abflusstafel 5 (Schlüsselkurve, W-Q-Beziehung) für den Gesamtabfluss der Elbe
am Pegel Magdeburg-Strombrücke 1845–1867

W [cm]	Abfluss Q [m³/s]		2	3	4	5	6	7	8	9
	0	1								
120	98	99,7	101	103	105	106	108	110	112	113
130	115	117	118	120	122	124	125	127	129	130
140	132	134	135	137	138	140	142	143	145	147
150	148	150	151	153	155	156	158	160	162	163
160	165	167	168	170	172	174	175	177	179	180
170	182	184	185	187	189	190	192	194	196	197
180	199	201	202	204	205	207	209	210	212	214
190	215	217	218	220	222	224	225	227	229	230
200	232	234	235	237	239	240	242	244	246	247
210	249	251	252	254	256	258	259	261	263	264
220	266	268	269	271	272	274	276	277	279	281
230	282	285	287	290	293	296	298	301	304	306
240	309	312	315	318	321	324	326	329	332	335
250	338	341	344	347	350	353	356	359	362	365
260	368	371	374	378	381	384	387	390	394	397
270	400	403	406	410	413	416	419	422	426	429
280	432	435	439	442	446	449	452	456	459	463
290	466	469	473	476	480	483	486	490	493	496
300	500	504	508	511	515	519	523	527	530	534
310	538	542	546	549	553	557	561	565	568	572
320	576	580	584	587	591	595	599	603	606	610
330	614	618	622	625	629	633	637	641	644	648
340	652	656	660	663	667	671	675	679	682	686
350	690	694	698	702	706	710	713	717	721	725
360	729	733	737	741	745	749	752	756	760	764
370	768	772	776	779	783	787	791	795	798	802
380	806	810	814	818	822	826	830	834	838	842
390	846	850	854	858	862	866	870	874	878	882
400	886	890	894	899	903	907	911	915	919	924
410	928	932	937	941	945	950	954	958	962	967
420	971	976	981	986	991	996	1000	1000	1010	1010
430	1020	1020	1030	1030	1040	1040	1040	1050	1050	1060
440	1060	1060	1070	1080	1080	1080	1090	1100	1100	1100
450	1110	1120	1120	1120	1130	1140	1140	1140	1150	1160
460	1160	1160	1170	1180	1180	1180	1190	1200	1200	1200
470	1210	1220	1220	1220	1230	1240	1240	1250	1250	1260
480	1260	1270	1270	1280	1280	1290	1300	1300	1310	1310
490	1320	1330	1330	1340	1340	1350	1360	1360	1370	1370
500	1380	1390	1390	1400	1400	1410	1420	1420	1430	1430
510	1440	1450	1450	1460	1460	1470	1480	1480	1490	1490
520	1500	1510	1510	1520	1530	1540	1540	1550	1560	1560
530	1570	1580	1580	1590	1600	1600	1610	1620	1630	1630
540	1640	1650	1650	1660	1670	1680	1680	1690	1700	1700
550	1710	1720	1730	1730	1740	1750	1760	1770	1770	1780
560	1790	1800	1810	1820	1830	1840	1840	1850	1860	1870
570	1880	1890	1900	1920	1930	1940	1950	1960	1980	1990
580	2000	2020	2030	2050	2060	2080	2100	2110	2130	2140
590	2160	2180	2200	2210	2230	2250	2270	2290	2300	2320
600	2340	2360	2380	2400	2420	2440	2460	2480	2500	2520
610	2540	2560	2580	2610	2630	2650	2670	2690	2720	2740
620	2760	2780	2810	2830	2850	2880	2900	2920	2940	2970
630	2990	3020	3040	3060	3090	3120	3140	3170	3190	3220
640	3240	3270	3290	3320	3340	3370	3400	3420	3450	3470
650	3500	3530	3560	3580	3610	3640	3670	3700	3720	3750
660	3780	3810	3840	3870	3900	3930	3960	3990	4020	4050
670	4080	4110	4140	4170	4200	4230	4260	4290	4320	4350
680	4380	4410	4440	4470	4500	4540	4570	4600	4630	4660
690	4690	4720	4750	4780	4810	4840	4880	4910	4940	4970
700	5000									

Tabelle 13: Abflusstafel 6 (Schlüsselkurve, W-Q-Beziehung) für den Gesamtabfluss der Elbe
am Pegel Magdeburg-Strombrücke 1868–1875

W [cm]	Abfluss Q [m³/s]		2	3	4	5	6	7	8	9
	0	1								
120	98	99,7	101	103	105	106	108	110	112	113
130	115	117	118	120	122	124	125	127	129	130
140	132	134	135	137	138	140	142	143	145	147
150	148	150	151	153	155	156	158	160	162	163
160	165	168	171	174	177	180	183	186	189	192
170	195	199	202	206	210	214	217	221	225	228
180	232	236	239	243	246	250	254	257	261	264
190	268	272	275	279	282	286	290	293	297	300
200	304	308	312	315	319	323	327	330	334	338
210	342	346	350	354	358	362	365	369	373	377
220	381	385	389	393	397	400	404	408	412	416
230	420	424	428	432	436	440	443	447	451	455
240	459	463	467	471	475	479	483	487	491	495
250	499	503	507	511	515	520	524	528	532	536
260	540	544	548	552	556	560	565	569	573	577
270	581	585	589	593	597	602	606	610	614	618
280	622	626	630	634	638	642	646	650	654	658
290	662	666	670	674	678	682	687	691	695	699
300	703	707	711	715	719	724	728	732	736	740
310	744	748	752	757	761	765	769	773	778	782
320	786	790	794	799	803	807	811	815	820	824
330	828	832	837	841	845	850	854	858	862	867
340	871	875	880	884	889	893	897	902	906	911
350	915	919	924	928	933	937	941	946	950	955
360	959	963	967	971	976	980	984	988	992	996
370	1000	1000	1010	1020	1020	1020	1030	1040	1040	1040
380	1050	1050	1060	1060	1070	1080	1080	1080	1090	1090
390	1100	1100	1110	1110	1120	1120	1120	1130	1130	1140
400	1140	1140	1150	1160	1160	1160	1170	1180	1180	1180
410	1190	1190	1200	1200	1210	1210	1220	1220	1220	1230
420	1230	1240	1240	1240	1250	1260	1260	1260	1270	1280
430	1280	1290	1290	1300	1300	1310	1320	1320	1330	1330
440	1340	1340	1350	1360	1360	1370	1380	1380	1380	1380
450	1390	1400	1400	1410	1410	1420	1430	1430	1440	1440
460	1450	1460	1460	1470	1470	1480	1490	1490	1500	1500
470	1510	1520	1520	1530	1530	1540	1550	1550	1560	1560
480	1570	1580	1580	1590	1590	1600	1610	1610	1620	1620
490	1630	1640	1640	1650	1650	1660	1670	1670	1680	1680
500	1690	1700	1700	1710	1720	1720	1730	1740	1750	1750
510	1760	1770	1770	1780	1790	1800	1800	1810	1820	1820
520	1830	1840	1850	1850	1860	1870	1880	1890	1890	1900
530	1910	1920	1930	1930	1940	1950	1960	1970	1970	1980
540	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2040	2050	2060	2070
550	2080	2090	2100	2110	2120	2130	2140	2150	2160	2170
560	2180	2190	2200	2210	2220	2230	2240	2250	2260	2270
570	2280	2300	2310	2320	2340	2360	2370	2380	2400	2420
580	2430	2450	2470	2480	2500	2520	2540	2560	2570	2590
590	2610	2630	2650	2670	2690	2710	2730	2750	2770	2790
600	2810	2830	2850	2880	2900	2920	2940	2960	2990	3010
610	3030	3050	3080	3100	3130	3150	3170	3200	3220	3250
620	3270	3300	3320	3350	3370	3400	3430	3450	3480	3500
630	3530	3560	3580	3610	3640	3660	3690	3720	3750	3770
640	3800	3830	3860	3880	3910	3940	3970	4000	4020	4050
650	4080	4110	4140	4170	4200	4230	4260	4290	4320	4350
660	4380	4410	4440	4480	4510	4540	4570	4600	4640	4670
670	4700	4730	4760	4800	4830	4860	4890	4920	4960	4990
680	5020	5050	5090	5120	5150	5180	5220	5250	5280	5320
690	5350	5380	5420	5450	5480	5520	5550	5580	5610	5650
700	5680									

Tabelle 14: Abflusstafel 6a (Schlüsselkurve, W-Q-Beziehung) für den Gesamtabfluss der Elbe
am Pegel Magdeburg-Strombrücke 1876–1877 – Umflut Pretzien geschlossen

W [cm]	Abfluss Q [m³/s]		2	3	4	5	6	7	8	9
	0	1								
120	98	99,7	101	103	105	106	108	110	112	113
130	115	117	118	120	122	124	125	127	129	130
140	132	134	135	137	138	140	142	143	145	147
150	148	150	151	153	155	156	158	160	162	163
160	165	168	171	174	177	180	183	186	189	192
170	195	199	202	206	210	214	217	221	225	228
180	232	236	239	243	246	250	254	257	261	264
190	268	272	275	279	282	286	290	293	297	300
200	304	308	312	315	319	323	327	330	334	338
210	342	346	350	354	358	362	365	369	373	377
220	381	385	389	393	397	400	404	408	412	416
230	420	424	428	432	436	440	443	447	451	455
240	459	463	467	471	475	479	483	487	491	495
250	499	503	507	511	515	520	524	528	532	536
260	540	544	548	552	556	560	565	569	573	577
270	581	585	589	593	597	602	606	610	614	618
280	622	626	630	634	638	642	646	650	654	658
290	662	666	670	674	678	682	687	691	695	699
300	703	707	711	715	719	724	728	732	736	740
310	744	748	752	757	761	765	769	773	778	782
320	786	790	794	799	803	807	811	815	820	824
330	828	832	837	841	845	850	854	858	862	867
340	871	875	880	884	889	893	897	902	906	911
350	915	919	924	928	933	937	941	946	950	955
360	959	963	967	971	976	980	984	988	992	996
370	1000	1000	1010	1020	1020	1030	1040	1040	1040	1040
380	1050	1050	1060	1060	1070	1080	1080	1080	1090	1090
390	1100	1100	1110	1110	1120	1120	1130	1130	1140	1140
400	1140	1140	1150	1160	1160	1170	1180	1180	1180	1180
410	1190	1190	1200	1200	1210	1210	1220	1220	1220	1230
420	1230	1240	1240	1240	1250	1260	1260	1260	1270	1280
430	1280	1290	1290	1300	1300	1310	1320	1320	1330	1330
440	1340	1340	1350	1360	1360	1370	1380	1380	1380	1380
450	1390	1400	1400	1410	1410	1420	1430	1430	1440	1440
460	1450	1460	1460	1470	1470	1480	1490	1490	1500	1500
470	1510	1520	1520	1530	1530	1540	1550	1550	1560	1560
480	1570	1580	1580	1590	1590	1600	1610	1610	1620	1620
490	1630	1640	1640	1650	1650	1660	1670	1670	1680	1680
500	1690	1700	1700	1710	1720	1720	1730	1740	1750	1750
510	1760	1770	1770	1780	1790	1800	1800	1810	1820	1820
520	1830	1840	1850	1850	1860	1870	1880	1890	1890	1900
530	1910	1920	1930	1930	1940	1950	1960	1970	1970	1980
540	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2040	2050	2060	2070
550	2080	2090	2100	2110	2120	2130	2140	2150	2160	2170
560	2180	2190	2200	2210	2220	2230	2240	2250	2260	2270
570	2280		2300		2330		2350		2380	
580	2400		2420		2450		2470		2500	
590	2520		2550		2580		2600		2630	
600	2660		2690		2720		2740		2770	

Tabelle 15: Abflusstafel 6b (Schlüsselkurve, W-Q-Beziehung) für den Gesamtabfluss der Elbe
am Pegel Magdeburg-Strombrücke 1876–1877 – Umflut Pretzien geöffnet

W	Abfluss Q [m³/s]									
[cm]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
500	2080		2100		2130		2150		2180	
510	2200		2220		2250		2270		2300	
520	2320		2350		2370		2400		2430	
530	2450		2480		2510		2530		2560	
540	2590		2620		2650		2670		2700	
550	2730		2760		2790		2820		2850	
560	2880		2910		2940		2980		3010	
570	3040		3070		3100		3140		3170	
580	3200		3240		3270		3310		3340	
590	3380		3420		3460		3500		3540	
600	3580		3620		3670		3710		3760	
610	3800		3850		3900		3940		3990	
620	4040		4090		4140		4200		4250	
630	4300		4350		4400		4460		4510	
640	4560		4610		4660		4720		4770	
650	4820		4870		4930		4980		5040	
660	5090		5140		5200		5250		5310	
670	5360									

Tabelle 16: Abflusstafel 7 (Schlüsselkurve, W-Q-Beziehung) für den Gesamtabfluss der Elbe
am Pegel Magdeburg-Strombrücke 1878–1890 – Umflut Pretzien geschlossen

W	Abfluss Q [m³/s]										
[cm]	0	1	2	3	4	5	6		7	8	9
120	81	82,7	84,4	86,1	87,8	89,5	91,2		92,9	94,6	96,3
130	98	99,7	101	103	105	106	108		110	112	113
140	115	117	118	120	122	124	125		127	129	130
150	132	134	136	137	139	141	143		145	146	148
160	150	152	154	156	158	160	161		163	165	167
170	169	171	173	175	177	179	181		183	185	187
180	189	192	195	198	201	204	208		211	214	217
190	220	223	227	230	233	236	240		243	246	250
200	253	256	260	263	266	270	273		276	279	283
210	286	289	293	296	299	302	306		309	312	316
220	319	322	326	329	332	336	339		342	345	349
230	352	355	359	362	366	369	372		376	379	383
240	386	389	393	396	400	403	406		410	413	417
250	420	424	427	430	434	438	441		444	448	452
260	455	459	462	466	469	472	476		480	483	486
270	490	494	497	501	505	508	512		516	520	523
280	527	531	534	538	542	546	549		553	557	560
290	564	568	572	575	579	583	587		591	594	598
300	602	606	610	613	617	621	625		629	632	636
310	640	644	648	652	656	660	664		668	672	676
320	680	684	688	692	696	700	704		708	712	716
330	720	724	728	732	736	740	744		748	752	756
340	760	764	768	772	776	780	785		789	793	797
350	801	805	809	814	818	822	826		830	835	839
360	843	847	852	856	860	864	869		873	877	882
370	886	890	894	899	903	907	911		915	920	924
380	928	932	936	941	945	949	953		957	962	966
390	970	974	978	983	987	991	995		997	1000	1010
400	1010	1010	1020	1020	1030	1030	1030		1040	1040	1050
410	1050	1060	1060	1070	1070	1080	1080		1080	1090	1100
420	1100	1100	1110	1110	1120	1120	1120		1130	1130	1140
430	1140	1140	1150	1160	1160	1160	1170		1180	1180	1180
440	1190	1190	1200	1200	1210	1210	1210		1220	1220	1230
450	1230	1240	1240	1240	1250	1260	1260		1260	1270	1280
460	1280	1280	1290	1300	1300	1300	1310		1320	1320	1320
470	1330	1340	1340	1340	1350	1360	1360		1360	1370	1380
480	1380	1380	1390	1400	1400	1400	1410		1420	1420	1420
490	1430	1440	1440	1450	1450	1460	1470		1470	1480	1480
500	1490	1500	1500	1510	1510	1520	1530		1530	1540	1540
510	1550	1560	1560	1570	1570	1580	1590		1590	1600	1600
520	1610	1620	1620	1630	1640	1640	1650		1650	1660	1660
530	1680	1690	1690	1700	1710	1720	1720		1730	1740	1740
540	1750	1760	1760	1770	1780	1780	1790		1800	1810	1810
550	1820	1830	1830	1840	1850	1860	1860		1870	1880	1880
560	1890	1900	1910	1910	1920	1930	1940		1950	1950	1960
570	1970	1980	1990	2000	2010	2020	2020		2030	2040	2050
580	2060	2070	2080	2090	2100	2100	2110		2120	2130	2140
590	2150	2160	2170	2180	2190	2200	2200		2210	2220	2230
600	2240	Bei diesen W. ist das Pretziener Wehr im Normalfall geöffnet									

Tabelle 17: Abflusstafel 7a (Schlüsselkurve, W-Q-Beziehung) für den Gesamtabfluss der Elbe
am Pegel Magdeburg-Strombrücke 1878–1890 – Umflut Pretzien geöffnet

W	Abfluss Q [m³/s]									
[cm]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
500	1870	1880	1890	1900	1910	1920	1940	1950	1960	1970
510	1980	1990	2000	2020	2030	2040	2050	2060	2080	2090
520	2100	2110	2120	2140	2150	2160	2170	2180	2200	2210
530	2220	2230	2250	2260	2270	2280	2300	2310	2320	2340
540	2350	2360	2370	2390	2400	2410	2420	2430	2450	2460
550	2470	2480	2490	2510	2520	2530	2540	2550	2570	2580
560	2590	2600	2620	2630	2640	2660	2670	2680	2690	2710
570	2720	2730	2750	2760	2780	2790	2800	2820	2830	2850
580	2860	2870	2890	2900	2920	2930	2940	2960	2970	2990
590	3010	3020	3040	3060	3070	3080	3100	3120	3130	3140
600	3160	3180	3200	3220	3240	3260	3270	3290	3310	3330
610	3350	3370	3390	3410	3430	3460	3480	3500	3520	3540
620	3560	3580	3600	3630	3650	3670	3690	3710	3740	3760
630	3780	3800	3820	3850	3870	3890	3910	3930	3960	3980
640	4000	4020	4050	4070	4100	4120	4140	4170	4190	4220
650	4240	4260	4290	4310	4340	4360	4380	4410	4430	4460
660	4480	4500	4530	4550	4580	4600	4620	4650	4670	4700
670	4720					4840				
680	4960					5080				
690	5200					5320				
700	5440									

In der Reihe BfG-Mitteilungen sind bisher u. a. erschienen:

- Nr. 10 Das Januarhochwasser 1995 im Rheingebiet. Koblenz 1996, 47 S.
- Nr. 11 Baggern und Verklappen im Küstenbereich – Auswirkungen auf das Makrozoobenthos. Beiträge zum Workshop am 15.11.1995 in Hamburg. Koblenz 1996, 111 S.
- Nr. 12 Gewässerökosystem Mosel. Beiträge zum Kolloquium am 8. Juni 1995 in Koblenz. Koblenz 1996, 88 S.
- Nr. 13 Molekularbiologische Grundlagen und limnologische Bedeutung der Lichthemmung (Photoinhibition) der Photosynthese in Fließgewässern – Literaturstudie. Koblenz 1997, 48 S.
- Nr. 14 Festschrift zum 50jährigen Jubiläum. Koblenz, Januar 1998, 72 S.
- Nr. 15 Schadstoffbelastung der Sedimente in den Ostseeküstengewässern. Koblenz, Juli 1998, 124 S.
- Nr. 16 Zukunft der Hydrologie in Deutschland. Tagung vom 19.-21. Januar 1998 in Koblenz. Koblenz, Oktober 1998, 224 S.
- Nr. 17 Der Main – Fluß und Wasserstraße. Vortragsveranstaltung des Wasserstraßenneubauamtes Aschaffenburg am 5. und 6. Mai 1997 in Würzburg. Koblenz, November 1998, 148 S.
- Nr. 18 Erfolgskontrollen an Bundeswasserstraßen – Beweissicherung für Eingriffsbeurteilung und Kompensationsmaßnahmen. Beiträge zum Kolloquium am 18.11.1997 in Koblenz. Koblenz, Februar 1999, 52 S.
- Nr. 19 Mathematische Modelle in der Gewässerkunde – Stand und Perspektiven. Beiträge zum Kolloquium am 15./16.11.1998 in Koblenz. Koblenz, August 1999, 130 S.
- Nr. 20 Umweltverträglichkeitsuntersuchungen an Bundeswasserstraßen – Materialien zur Behandlung von Alternativen und Wechselwirkungen sowie zur Durchführung der Verträglichkeitsprüfung nach FFH-Richtlinie. Koblenz, Februar 2000, 64 S.
- Nr. 21 GIS-gestützte hydrologische Kartenwerke in Mitteleuropa. Beiträge zum internationalen Workshop vom 12.-14.10.1999 in Koblenz. Koblenz, Juli 2000, 199 S.
- Nr. 22 Sedimentbewertung in europäischen Flussgebieten – Sediment Assessment in European River Basins. Beiträge zum internationalen Symposium vom 12.-14. April 1999 in Berlin. Koblenz, November 2000, 196 S. (deutsch/englisch)
- Nr. 23 Bewertung von großen Fließgewässern mittels Potamon-Typie-Index (PTI). Verfahrensbeschreibung und Anwendungsbeispiele. Koblenz, Februar 2001, 28 S.
- Nr. 24 Mathematisch-numerische Modelle in der Wasserwirtschaft. Handlungsempfehlung für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Koblenz, Mai 2002, 56 S.
- Nr. 25 Einsatz von ökologischen Modellen in der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung. Das integrierte Flusssau- enmodell INFORM, Koblenz, Mai 2003, 212 S.
- Nr. 26 Methode der Umweltrisikoeinschätzung und FFH-Verträglichkeitseinschätzung für Projekte an Bundes- wasserstraßen. – Ein Beitrag zur Bundesverkehrswegeplanung – , Koblenz, Mai 2004, 23 S. + Anlagen
- Nr. 27 Niedrigwasserperiode 2003 in Deutschland. Ursachen – Wirkungen – Folgen. Koblenz, Oktober 2006, 212 S. + CD
- Nr. 28 Möglichkeiten zur Verbesserung des ökologischen Zustands von Bundeswasserstraßen. Fallbeispiel- sammlung. Koblenz, März 2009, 36 S.
- Nr. 29 Das hydrologische Extremjahr 2011: Dokumentation, Einordnung, Ursachen und Zusammenhänge. Ko- blenz, Januar 2014, 164 S. + CD
- Nr. 30 Fachbeiträge zum Sedimentmanagementkonzept Elbe. Koblenz, Dezember 2014, 164 S.
- Nr. 31 Das Hochwasserextrem des Jahres 2013 in Deutschland: Dokumentation und Analyse. Koblenz, Dezem- ber 2014, 232 S.
- Nr. 32 Vergleich neuartiger Geräte zur Schwebstoffgewinnung für das chemische Gewässermonitoring SCHWEB- SAM. Koblenz, März 2015, 80 S.
- Nr. 33 WSV-Lab – ein Managementwerkzeug zur qualitativ-gewässerkundlichen Bearbeitung von Baggermaß- nahmen der WSV. Koblenz, September 2015, 40 S.